

100.



ЛАТВИЙСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. СТУЧКИ

Вопросы ФИЗИОЛОГИИ и ЗООЛОГИИ

УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ

ТОМ 100

Рига



1969

A 75/100

ЛАТВИЙСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. ПЕТРА СТУЧКИ

Кафедра физиологии человека и животных

Кафедра зоологии

ВОПРОСЫ ФИЗИОЛОГИИ И ЗООЛОГИИ

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

Том № 100



Рига
1969

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий сборник посвящается 50-летию Латвийского ордена Трудового Красного Знамени Государственного университета им. П. Стучки и содержит в основном материалы юбилейной конференции.

В публикуемых работах отражены результаты оригинальных исследований по биоценологии водоемов, по изучению рационального использования природных ресурсов Кегумского и Плявиньского водохранилищ на реке Даугава. Рассмотрены вопросы взаимосвязи между микроэлементным составом воды и тела промысловых пресноводных рыб. Особое внимание уделено отдельным компонентам биологических пищевых цепей. Подведены некоторые итоги выявления закономерностей распределения, формирования и динамики микроэлементного состава организмов рыб, птиц и человека. Прослежены нарушения в обмене микроэлементов при желчнокаменной болезни.

Представлены также исследования в нашей республике по изучению фауны личиночных форм трематод, паразитирующих в организме высших позвоночных и их промежуточных хозяев.

В отдельных работах изложены данные о влиянии высшей нервной деятельности на вегетативные компоненты организма и о применении микроэлектродной техники в выявлении интимных физиологических процессов нервной клетки.

Редколлегия надеется, что сборник будет полезен биологам, медикам и работникам соответствующих научно-исследовательских учреждений.

Редколлегия

О НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ НАКОПЛЕНИЯ
В ОРГАНИЗМЕ ПРЭСНОВОДНЫХ РЫБ МИКРОЭЛЕ-
МЕНТОВ ИЗ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

(Поступила 14 ноября 1968 г.)

Ш.А. БЕРМАН

Широкое и всестороннее изучение концентрации, биохимии и физиологического действия микроэлементов в организме человека и животных в большой мере способствует решению теоретических вопросов обмена веществ в организме, а также практических вопросов животноводства и клинической медицины (Войнар, 1960; Венчиков, 1962; Бабенко, 1965; Беренштейн, 1966).

Однако исследования биологической роли микроэлементов в организме рыб весьма ограничены и поэтому данный вопрос остается до сих пор очень неясным и спорным.

Кафедра физиологии человека и животных ЛГУ им.П.Стучки в течение ряда лет занимается исследованием микроэлементов в организме рыб. Экологический подход к изучению закономерностей распределения микроэлементов в органах и тканях рыб позволил выявить приспособительный характер изменений организма в ходе онтогенеза и показать влияние микроэлементов на организм в первых этапах постэмбрионального развития / Апсит, Берман, Илзнь, 1965; Берман, Зиединь, 1966; Берман, Витинь, 1968/.

Эколого-физиологические исследования, вскрывающие видовую специфичность химической характеристики организма, наводят на мысль, что количество микроэлементов, необходимое для развития рыб, также характерно для вида / Илзнь, 1966; Берман, 1967/.

Выявлено специфическое действие ряда микроэлементов на активность пищеварительных ферментов кишечного тракта рыб и показана зависимость этого действия от концентрации микроэлемента в среде.

Целью настоящего исследования было выяснить в какой мере проникновение микроэлементов в тело рыб обусловлено их пищевыми цепями.

Известно, что в пищевой цепи имеет место отсеивание или уменьшение концентрации одних химических элементов и накопление других (Ковальский, 1963).

В самом деле, пресноводные рыбы из внутренних водоемов нашей республики, представляющие также определенное звено пищевых цепей, отличаются по своему микроэлементному составу от организмов растительного и животного происхождения, используемых рыбами в качестве корма. Так, из работ нашей лаборатории (Илзинь, 1966) явствует, что органы и ткани рыб содержат меньше железа и марганца, чем некоторые моллюски, личинки ручейников и др. на целую степень.

Однако в пищеварительный тракт рыб поступают многие микроэлементы в разных количественных взаимоотношениях. Поэтому мы выдвинули задачу определить количественное содержание марганца, кремния, меди, железа, цинка, стронция и бария во всей пищевой массе отдельно желудка и кишечника щуки и окуня, а также в проксимальном и дистальном отделах кишечника леща.

Содержание тех же микроэлементов определялось в воде и иле, а также во всем теле и некоторых органах перечисленных ранее видов рыб из озера Усмас и Плявиньского водохранилища.

Мы пользовались методом эмиссионного спектрального анализа, дающим возможность сразу определить несколько элементов в одной пробе.

Количественное определение микроэлементов по снятым спектрограммам испытуемых проб производилось микрофотометром МФ-2 с учетом фона вблизи фотометрируемой линии.

Рыбы, выловленные в вегетационном периоде 1967 года в зависимости от вида, пола и размеров, комплектовались в группы по 3-6 особей в каждой. Количество равноценных групп составляло 5-6.

Известно, что в отличие от наземных животных, получающих минеральные вещества только лишь через пищеварительный тракт, в обмене минеральных веществ между организмом рыб и окружающей водной средой большую роль играют жабры, кожа, плавники - поверхность тела. Телитченко (1962), изучая процесс аккумуляции рыбами (чешуйчатым карпом) ^{90}Sr , приходит к выводу, что радиостронций поступает в организм рыб не только с пищей, но и непосредственно из растворов, т.е. по мнению автора, через жабры и поверхность тела.

Поэтому попутно с основной задачей мы стремились выяснить в какой мере концентрируются микроэлементы в организме рыб по сравнению с окружающей водой. В данной статье мы лишь коснемся этого вопроса, не останавливаясь на нем подробно. Этот вопрос представляет самостоятельный интерес, ибо изучение закономерностей накопления химических элементов живыми организмами является центральным вопросом теоретической и практической биохимии.

Наиболее показательным является коэффициент биологического поглощения, т.е. отношение содержания элемента в золе организма к содержанию его в окружающей среде.

В таблице I представлены коэффициенты биологического поглощения микроэлементов организмами леща и щуки из окружающей среды.

Коэффициенты биологического поглощения
микроэлементов организмом рыб из воды

Табл. I

микро элемент.	Mn	Si	Fe	Cu	Zn	Ba	Sr
вода	1	1	1	1	1	1	1
лещ	$2,7 \cdot 10^4$	$5,0 \cdot 10$	$3,2 \cdot 10^3$	$6,0 \cdot 10^3$	$14 \cdot 10^4$	$13 \cdot 10^3$	$13 \cdot 10^3$
щука	$1,2 \cdot 10^4$	$9,2 \cdot 10$	$6,8 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^4$	$2,2 \cdot 10^3$	$2,7 \cdot 10^3$

Из таблицы I видно, что наиболее интенсивно поглощаются организмом рыб из окружающей среды марганец и цинк, концентрация которых в десятки тысяч раз превышает концентрацию элементов в воде. В теле леща аккумулируется в два раза больше меди, чем в теле щуки, а концентрация железа, бария и стронция на целую степень ниже, но тело щуки накапливает в два раза больше железа. Зная роль микроэлемента железа в окислительных ферментативных реакциях, понятна относительно высокая его концентрация в теле щуки - активной и быстрой рыбы.

Самым низким коэффициентом биологического поглощения характеризуется кремний - микроэлемент, биотическая роль которого для большинства животных не выяснена (Войнар, 1960).

Совершенно другая закономерность наблюдается при сравнении содержания микроэлементов в теле рыб и их пищевой массы (табл. 2).

Коэффициенты биологического поглощения
микроэлементов организмом рыб из пищевой
массы

Табл. 2

Вид рыбы	образец	Mn	Si	Fe	Ca	Zn	Za	Sr
ЛЕЩ	пищевая масса	1	1	1	1	1	1	1
	тело	0,59	0,008	0,05	0,21	0,16	0,56	3,8
ОКУНЬ	пищев. масса	1	1	1	1	1	1	1
	тело	0,70	0,63	0,22	0,27	0,80	1,68	3,6

Как видно из табл.2, коэффициент поглощения почти во всех случаях меньше 1, т.е. рыба содержит значительно меньше микроэлементов, чем поедаемая ею пища и действительно является в системе пищевых цепей тем звеном, которое отсеивает микроэлементы.

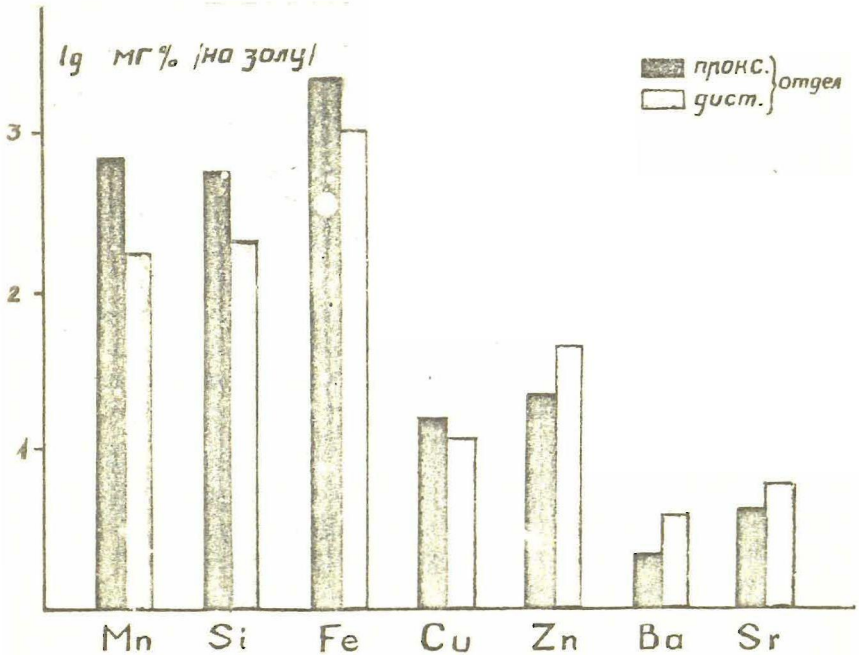
Может возникнуть вопрос, является ли пищеварительный тракт путем проникновения микроэлементов. Опыт, проведенный в нашей лаборатории Данге (1965) не дает положительного ответа, т.к. выдерживая рыб в аквариумах с биотической концентрацией цинка и вводя цинк внутримышечно, удалось наблюдать выраженный эффект на фагоцитарную активность лейкоцитов (стимуляцию), в то время как пероральное введение микроэлемента оказалось бездейственным.

Неринг (1965), пользуясь в опытах с рыбами токсическими дозами цинка и меди, растворенными в воде аквариумов, наблюдал летальный исход, а при пероральном введении рыбам тех же доз эффект уменьшался в сотни раз.

Итак, для решения вопроса о том, поглощаются ли организмом рыб из пищевой массы микроэлементы, мы сравнили содержание последних в химусе проксимального и дистального отделов желудочно-кишечного тракта (рис. I).

Рис. I

Содержание микроэлементов (1g мг% на золу)
в химусе желудочно-кишечного тракта скуня

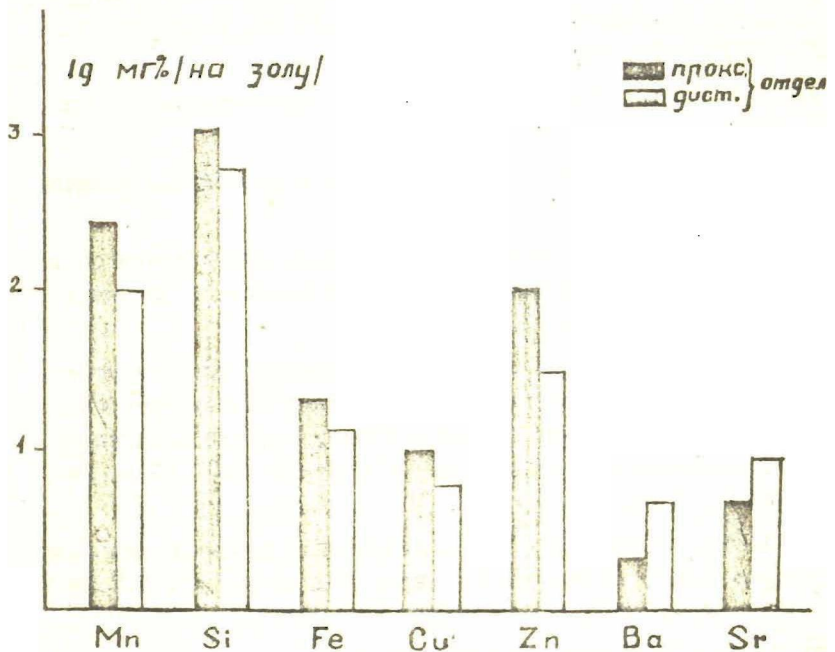


Как видно из рисунка I, количество большинства микроэлементов / Mn, Si, Fe, и Cu / уменьшается в пищевой массе по мере продвижения химуса в желудочно-кишечном тракте. Наблюдается проксимо-дистальный градиент. Количественное содержание цинка, бария и стронция (рис. I) увеличивается. Однако, как показали расчеты, принимая во внимание изменения количества всей массы химуса в связи со всасыванием в кишечнике, увеличение концентрации микроэлементов является относительным. Абсолютное содержа-

ние цинка, бария и стронция также уменьшается в проксимодистальном направлении кишечника.

Прямых опытов по всасыванию микроэлементов в кишечнике рыб мы не ставили, но косвенно об этом процессе мы можем судить также по изменению концентрации микроэлементов в химусе и в стенке кишечной трубки /рис. 2/.

Рис. 2
Содержание микроэлементов / 1_г мг% на золу/
желудочно-кишечного тракта окуня



По рис. 2 видно, что концентрация марганца, кремния, железа, меди и цинка в проксимальном отделе кишечника более высокая, чем в ее дистальном отделе.

Сопоставление результатов, представленных на рис. 1 и 2, приводит к выводу о том, что большинство исследованных микроэлементов поглощаются рыбами не только из окружающей воды, но в известной степени также из пищи.

Таким образом, пресноводные рыбы являются важным звеном пищевой цепи и играют большую роль в круговороте микроэлементов водной среды.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- АПСИТ М., БЕРМАН Ш., ИЛЗИНЬ А., 1965. Сравнительная характеристика содержания микроэлементов /меди, марганца, железа и цинка/ в организме промысловых рыб из озера Буртниеку. Ученые записки ЛГУ им. П.Стучки, т. XVII, 7-18, Рига.
- БАБЕНКО Г.А., 1965. Микроэлементы в экспериментальной и клинической медицине. Киев.
- БЕРЕЖИТСКИЙ Ф.Я., 1966. Микроэлементы в физиологии и патологии животных. Минск.
- БЕРМАН Ш.А., 1967. Физиологическая роль микроэлементов в организме пресноводных рыб. Обмен веществ и биохимия рыб. 275. Москва.
- БЕРМАН Ш., ВИТИНЬ И., 1968. Количественная характеристика и физиологическое действие некоторых микроэлементов в организме радужной форели в период раннего онтогенеза. Микроэлементы в организме рыб и птиц. 19-36. Изд. Зинатне, Рига.
- БЕРМАН Ш., ЗИЕДИНЬ А., 1965. Возрастная динамика микроэлементов в теле ручьевой форели. Ученые записки ЛГУ им. П. Стучки, т. XVII, 35-45, Рига.
- ВЕНЧИКОВ А.И., 1962. Биотики. Москва.
- ВОЙНАР А.И., 1960. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. Изд. "Высшая школа", МОСКВА.
- ИЛЗИНЬ А.С., 1966. Сравнительная характеристика содержания микроэлементов и их динамика в организме некоторых промысловых рыб из озера Буртниеку и Рущону Латвийской ССР. Автореферат диссертации, Рига.

- КОВАЛЬСКИЙ В.В., 1963. Роль микроэлементов в животноводстве и неотложная задача изучения их. Журнал всесоюзного химического общества им. Д.И.Менделеева. 646-654, т. VIII, №6.
- ЛАНГЕ Э., 1965. Влияние цинка на фагоцитарную реакцию лейкоцитов крови рыб. Ученые записки ЛГУ им. П.Стучки, т. XVII, 59-67, Рига.
- ТЕЛИТЧЕНКО М.М., 1962. О роли обмена веществ рыб в аккумуляции ими радиоизотопов. Научные доклады высшей школы биологические науки №3, 90-93.

К ВОПРОСУ О СОДЕРЖАНИИ МАРГАНЦА, КРЕМНИЯ, ЖЕЛЕЗА,
МЕДИ, ЦИНКА, БАРИЯ И СТРОНЦИЯ В ТЕЛЕ ПРЭСНОВОД-
НЫХ РЫБ ИЗ РАЗНЫХ ВОДОЕМОВ ЛАТВИЙСКОЙ ССР

(Поступила 30 сентября 1968 г.)

Ш.А.БЕРМАН, А.Э.ИЛЗИНЬ

Сведения о химическом составе рыб весьма ограниче-
ны. Из работ А.П. Виноградова (1953) явствует, что хими-
ческому анализу подвергнуто всего около 2% известных ви-
дов рыб, причем представленные результаты не отличаются
большой точностью, так как получены на незначительном по
количеству материале разными методами исследования, пре-
имущественно на одном органе - мышцах, и часто после дли-
тельного хранения р.л.

В большинстве случаев недостаточное внимание уделя-
ется факторам среды обитания рыб, составу пищи, сезону,
а также индивидуальным особенностям (полу, возрасту и
др.).

В самое последнее время возрос интерес к
изучению химического состава зольных веществ в теле рыб
в связи с выяснением важной биологической роли многих
химических элементов (микроэлементов), находящихся в ор-
ганизме животных в крайне малых (сотые и тысячные доли
процента) количествах.

Количество микроэлементов в организме животных,
как показано многими авторами (А.П. Виноградов, 1931,
1938; А.И. Войнар, 1960; Э. Андервуд, 1962; Г.А. Бабен-
ко, 1966) зависит от экологических факторов среды, от
специфической характеристики организма, от его свойств
избирательно накапливать химические элементы.

Исходя из сказанного, мы выдвинули задачу методом
эмиссионного спектрального анализа выяснить количествен-
ное содержание марганца, кремния, железа, меди, цинка,
бария и стронция в органах и тканях промысловым пресно-
водных рыб из некоторых озёр и рек Латвийской ССР.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В данной работе представлены материалы по количественному содержанию микроэлементов (Mn , Si , Fe , Cu , Zn , Ba , Sr) в органах и тканях щуки, окуня, леща, плотвы, линя и карася.

Рыбы в количестве 830 особей, выловлены из озер Энгурес, Усмас и также из Плявиньского водохранилища реки Даугава, в течение вегетационных периодов 1966-67 годов.

Количество микроэлементов определялось методом эмиссионного спектрального анализа при следующих длинах волн:

Mn	-	2801,1 А
Si	-	2881,6 А
Fe	-	3010,6 А
Cu	-	3247,4 А
Zn	-	3345,0 А
Ba	-	4556,0 А
Sr	-	4607,3 А

Результаты проведенных анализов подтверждают ранее установленную нами закономерность (Ш.А. Берман, А.Э.Ильзинь, 1968), что между содержанием микроэлементов в органах и тканях рыб, с одной стороны, и функциональными особенностями этих тканей, с другой стороны, существует определенная взаимосвязь.

В таблице I в качестве иллюстрации приведено содержание микроэлементов (Mn , Si , Fe , Cu , Zn , Ba , Sr) в печени окуня, щуки, леща и плотвы из двух водоемов - озера Усмас и Плявиньского водохранилища реки Даугава.

По нашим данным, как видно из таблицы I, количество меди в печени колеблется в пределах от 30,0 до 154,0 мг % - на золу у рыб из Плявиньского водохранилища и от 41,0 мг до 136 мг % - на золу у рыб из озера Усмас, превышая таким образом в несколько десятков раз количество данного микроэлемента в других органах и тканях.

По количественному содержанию цинка (35,3 - 87,9 мг % на золу) печень заметно уступает чешуе, где содержание этого микроэлемента достигает 180 мг % на золу, также плавникам (до 200 мг % на золу) и, особенно, жабрам (до 230 мг % на золу).

У обследованных рыб, особенно из озера Усмас, содержание стронция в печени (0,10-0,75 мг % на золу) значительно ниже, чем в других органах, главным образом таких, как чешуя и плавники, в которых концентрация стронция достигает 15 мг % на золу.

При сравнении количественного содержания стронция и бария в печени пресноводных рыб Латвийской ССР (таблица I) и в печени некоторых планктоноядных и бентосоядных рыб северо-западной части Черного моря (Т.А. Пешкевич, 1967) нам не удалось обнаружить существенных отличий.

По содержанию бария эчень занимает среднее место в ряду неисследованных органов.

Следовательно, печень, подобно другим органам, избирательно концентрирует микроэлементы, и понятие "депо химических элементов" нельзя распространить ко всем биоэлементам.

Сравнивая содержание микроэлементов в печени рыб из двух различных водоемов (таблица I), четко выявляются отличия в способностях концентрирования рыбами некоторых химических элементов из окружающей среды.

Так, содержание марганца и, особенно, цинка у рыб из Плявиньского водохранилища, как правило, выше, чем у тех же видов рыб из озера Усмас. По-видимому, в этом сказывается влияние экологических факторов среды, главным образом, минерального состава воды.

Г. Коновалов (1956), сравнивая содержание микроэлементов в воде некоторых рек бассейна Балтийского моря, установил, что река Даугава отличается заметно повышенным содержанием марганца, цинка, а также меди. Ра-

Таблица I

Содержание микроэлементов (марганца, железа, меди, цинка, кремния, бария и стронция) в печени некоторых промысловых пресноводных рыб из озера Усмас и Плявиньского водохранилища (в мг % на золу)

№№ пп	Вид рыб	У. ^{х)}		Пл.		У.		Пл.		У.		Пл.		У.		Пл.	
		У.	Пл.	У.	Пл.	У.	Пл.	У.	Пл.	У.	Пл.	У.	Пл.	У.	Пл.	У.	Пл.
1.	Щука	49,9	74,9	202,7	116,0	103,9	30,0	67,4	87,9	56,0	42,4	21,5	15,7	0,75	2,6		
2.	Окунь	50,8	43,9	270,7	157,6	40,8	31,0	48,5	58,5	79,7	123,8	13,3	9,6	0,18	2,2		
3.	Лещ	39,4	41,7	377,6	108,4	135,8	152,9	47,1	59,0	34,9	37,3	9,5	10,2	0,27	2,3		
4.	Плотва	12,7	55,3	316,2	128,6	124,0	154,0	35,3	56,5	223,9	479,0	79,4	11,1	0,10	5,0		

х) У. - рыбы из озера Усмас

Пл. - рыбы из Плявиньского водохранилища реки Даугавы.

зумеется, это повлияло на степень накопления микро-элементов в теле рыб этого бассейна.

Если печень, наряду с мышцами, является органом, наиболее исследованным по микроэлементному составу у представителей различных групп животных, то плавники и чешуя — органы, специфические лишь для рыб, исследованы крайне мало.

Однако роль плавников в минеральном обмене организма рыб привлекает внимание исследователей. По мнению Г.С. Карзинкина (1962) кроме кишечника, жабр и поверхности тела в обмене минеральных веществ, в том числе микроэлементов, между организмом и окружающей средой, известную роль играют также плавники. Об этом косвенно свидетельствуют также наши данные, представленные в таблице 2, где показано содержание бария, стронция и кремния в некоторых органах промысловых рыб из озера Энгурес.

На анализе количественного содержания бария, стронция и кремния в органах и тканях рыб мы остановились по двум причинам: во-первых, эти микроэлементы в организме животных, в том числе рыб, изучены недостаточно, во-вторых, основные закономерности распределения других обследованных микроэлементов (марганца, железа, меди и цинка) в органах и тканях рыб, нами опубликованы ранее в ряде работ (А.Э. Илзинь, 1966; Ш.А. Берман, А.Э.Илзинь, 1968).

Как видно из таблицы 2, барий, стронций и кремний обнаружены во всех обследованных органах и тканях рыб, причем наибольшее количество бария и стронция содержат чешуя и плавники — в 2-10 раз превышающее их содержание в мышцах, селезенке и желчи.

Содержание бария в чешуе и плавниках окуня, щуки и линя статистически достоверно превышает содержание стронция в этих же тканях.

Известно, что богатые кальцием органы и ткани характеризуются более высоким содержанием стронция. К чис-

ду этих тканей относятся кости, плавники и чешуя, чешуя по своему химическому составу представляет сильно минерализованное белковое вещество. Главную массу плавников составляет опорный скелет.

Возможно, что плавники играют известную роль в обмене бария и стронция между организмом и окружающей водой, так как другие органы, принимающие участие в экскреции и выведении минеральных веществ из организма, содержат значительно меньше этих элементов. Так, например, в почках лия обнаружено всего 1,6 мг % бария на золу и 4,7 мг % стронция на золу, а в почках карася - соответственно 2,4 и 5,4 мг % на золу.

Желчь, как видно из таблицы 2, содержит 1,3-2,3 мг % бария на золу и 4,4-6,3 мг % стронция на золу. В жабрах также содержание бария и стронция значительно ниже, чем в плавниках и чешуе.

Не исключено, что некоторое количество бария и стронция депонируется в чешуе, которая и содержит данные микроэлементы в самых больших количествах (таблица 2).

Количественное содержание кремния в различных органах рыб колеблется в широких пределах (таблица 2). Наиболее богатыми этим микроэлементом из обследованных органов оказались селезенка (от 0,2-0,5 % на золу) и желчь (от 0,5 - 8,7% на золу).

Сравнивая содержание кремния в одноименных органах рыб и высших животных, оказывается, что у наземных животных содержание кремния несколько ниже, чем у рыб. Так, по данным А.О. Войнара (1960) желчь рогатого скота содержит лишь 0,36% SiO_2 на золу, а желчь человека - 0,65% SiO_2 на золу. По-видимому, желчь рыб также как и желчь млекопитающих, является одним из источников поступления данного микроэлемента в полость кишечника.

В заключении можно сказать, что приведенные в настоящей статье материалы подтверждают ранее установленные нами закономерности на рыбах из других внутренних

Таблица 2

Содержание бария, стронция и кремния в некоторых органах
и тканях окуня, щуки, линя и карася из озера Энгурес

(в мг % на золу)

№№ пп	Органы и ткани рыб	О к у н ь			Щ у к а			Л и н ь			К а р а с ь		
1.	Плавники	13,5	9,5	69,2	16,8	12,0	133,9	11,9	3,7	136,6	16,1	16,9	234,3
2.	Чешуя	19,0	13,0	85,1	21,2	15,0	90,2	18,5	3,7	178,5	17,1	16,6	69,7
3.	Мышцы	3,3	2,0	10,3	3,3	2,0	8,6	3,3	2,2	15,8	3,9	2,2	12,3
4.	Селезенка	2,6	5,4	201,0	-	-	-	2,7	5,4	1529,0	3,0	6,0	618,6
5.	Желчь	2,0	4,4	524,8	2,3	6,3	549,5	1,3	5,4	523,9	2,2	6,0	8657,0
6.	Жабры	5,9	2,8	194,5	8,0	2,3	157,9	6,6	4,0	197,3	7,3	2,5	351,4

водоемов Латвийской ССР (озеро Буртниеки и озеро Рушону) о влиянии экологических факторов среды и минерального состава воды бассейна на накопление микроэлементов в теле рыб, а также о неравномерном распределении последних в органах и тканях с различной структурой и функциями.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. АНДЕРВУД Э., 1962. Микроэлементы у животных. Сб. "Микроэлементы". Москва.
2. БАБЕНКО Г.А., 1965. Микроэлементы в экспериментальной и клинической медицине. Киев.
3. БЕРМАН Ш.А., ИЛЗИНЬ А.Э., 1968. Распределение микроэлементов марганца, железа, меди и цинка в органах и тканях пресноводных промысловых рыб. Сб. "Микроэлементы в организме рыб и птиц". Рига.
4. ВИНОГРАДОВ А.П., 1931. Химический элементарный состав морских организмов в связи с вопросом их систематизации и морфологии. Природа № 3.
5. ВИНОГРАДОВ А.П., 1938. Химический элементарный состав организмов моря. Труды биогеохимической лаборатории АН СССР, т. IV, 138.
6. ВОЙНАР А.И., 1953. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. Москва.
7. ИЛЗИНЬ А.Э., 1966. Сравнительная характеристика содержания микроэлементов и их динамика в организме некоторых промысловых рыб из озер Буртниеку и Рушону Латвийской ССР. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биолог. наук. Рига.
8. КАРЗИНКИН Г.С., 1962. Использование радиоактивных изотопов в рыбном хозяйстве. Москва.

9. КОНОВАЛОВ Г.С., 1959. Вынос микроэлементов главнейшими реками СССР. ДАН СССР, т.129, № 4.
10. ПЕТКЕВИЧ Т.А., 1966. Химический элементарный состав планктоноядных рыб северо-западной части Черного моря. Автореферат диссертации на соискание уч. степени кандидата биологических наук. Днепропетровск.

НАРУШЕНИЕ ОБМЕНА МЕДИ, МАРГАНЦА, АЛЮМИНИЯ И КРЕМНИЯ ПРИ ЖЕЛЧНОКАМЕННОЙ БОЛЕЗНИ.

(Поступила 6 сентября 1968 г.)

П.П.МУЦЕНИКС

Выяснение биологической роли микроэлементов в организме человека приобретает все большее значение в наше время.

В литературе мы нашли мало данных об изменениях микроэлементов при желчнокаменной болезни. Кроме того, эти данные разноречивы.

Методом эмиссионного спектрального анализа мы определяли количество меди, марганца, кремния и алюминия в цельной крови, в форменных элементах, плазме и суточной моче у 36 оперированных женщин, страдающих желчнокаменной болезнью. Исследования проводились в предоперационном периоде, ближайшие послеоперационные дни и спустя год после операции.

Определяли также количество микроэлементов в самой желчи и в желчных камнях, полученных во время операции.

Для контроля мы определяли количество микроэлементов в соответствующих биологических субстратах у 20 практически здоровых женщин. Содержание микроэлементов установлено нами также в желчи, которая была взята из желчного пузыря во время аутопсии у внезапно погибших людей (травма).

Всего произведено 2404 анализа микроэлементов. Полученные результаты обработаны методом вариационной статистики.

Для наших исследований мы избрали только женщин, чтобы избежать возможные колебания в концентрации микроэлементов в исследуемых нами субстратах, связанные с полом. Известно, что желчнокаменной болезнью страдают преимущественно женщины.

Возраст наших больных был от 26 до 75 лет. Средний возраст их во время операции - 53,8 лет. Длительность заболевания по анамнезу колебалась от 6 месяцев до 30 лет. Средняя длительность заболевания до операции у наших больных составляла 7,8 лет. Острый воспалительный процесс мы наблюдали у 8 больных, хронический - у 28. У всех наших больных картине острого холецистита предшествовал длительный период хронического воспаления. Камни в желчных путях мы наблюдали у 11 больных. Механическая желтуха при поступлении наблюдалась у 7 больных, а еще у 8 больных желтуха была в анамнезе. Таким образом, желтуха при желчнокаменной болезни отмечена нами всего у 15 больных.

Стенозирующий капиллит у наших больных отмечен нами в 4-х случаях, панкреатит у 14, а острый холангит у 6 больных.

Хотя клинические формы проявления желчнокаменной болезни и ее осложнения у исследованных нами больных были различными, мы отметили характерные нарушения обмена марганца, меди и алюминия во всей группе больных.

Исследуя количество микроэлементов в суточной моче в пред- и послеоперационном периодах, мы отметили повышенное выделение упомянутых микроэлементов с мочой (табл. I).

Из литературы известно (Merck 1957, Пиковский 1961, Дубец, Надь 1962, Гришкевич 1963 и др.) и это подтверждается нашими наблюдениями, что при желчнокаменной болезни почти у всех больных отмечаются патологические изменения в печени.

Д. Г. Косенко (1965) и В. А. Кувшинников (1965) обнаружили, что при заболеваниях печени и желчных путей количество марганца, меди и алюминия в желчи уменьшается. Следовательно, можно считать, что повышенное выделение марганца, меди и алюминия с мочой является компенсаторной реакцией организма. В своих исследованиях мы также отметили снижение количества алюминия, меди и, особенно, марганца в желчи, взятой у больных во время

при желчнокаменной болезни (36 больных)

Таблица I.

	Контрольная группа	До операции	2 недели после операции	Через год	
В суточной моче <i>У</i>	Al	860,7 ± 145,2	1061,5 ± 273,3	1153,2 ± 273,4	992,0 ± 320,4
	Cu	178,5 ± 23,9	266,1 ± 59,4	262,4 ± 59,2	318,3 ± 64,1
	Si	5844,4 ± 1717,3	6557,8 ± 1582,7	6559,7 ± 1582,7	6559,7 ± 1225,9
	Mn	18,7 ± 2,9	39,4 ± 7,6	31,9 ± 6,5	43,9 ± 7,6
В крови <i>8%</i>	Al	110,5 ± 14,0	133,7 ± 27,6	180,8 ± 40,3	177,8 ± 68,6
	Cu	123,2 ± 10,7	170,7 ± 20,2	186,5 ± 25,2	147,0 ± 19,4
	Si	843,2 ± 303,1	964,2 ± 328,3	1258,8 ± 419,4	1084,0 ± 375,6
	Mn	5,8 ± 1,1	3,7 ± 0,7	3,8 ± 1,0	2,5 ± 0,9
В форменных элементах <i>8%</i>	Al	133,8 ± 17,8	154,6 ± 41,7	210,1 ± 55,9	219,9 ± 90,1
	Cu	90,9 ± 16,1	111,6 ± 22,3	160,9 ± 26,2	101,8 ± 19,4
	Si	1429,6 ± 579,6	1864,7 ± 790,5	2632,4 ± 1122,2	2508,0 ± 1246,1
	Mn	7,4 ± 1,3	3,1 ± 0,7	3,4 ± 0,9	2,7 ± 1,1
В плазме <i>8%</i>	Al	101,5 ± 16,1	109,8 ± 27,4	175,1 ± 44,2	137,6 ± 48,7
	Cu	154,3 ± 14,8	217,4 ± 26,3	201,0 ± 26,5	196,5 ± 30,0
	Si	305,8 ± 106,7	345,6 ± 35,0	309,1 ± 61,8	323,2 ± 64,9
	Mn	4,4 ± 0,7	4,1 ± 0,8	4,0 ± 1,0	2,5 ± 0,7

операции, по сравнению с концентрацией этих микроэлементов в желчи, добытой у внезапно погибших людей. Безусловно, полученные нами данные не отражают полностью уменьшения выделения микроэлементов с желчью, так как последняя взята во время операции из воспаленного желчного пузыря, функция которого нарушена.

Вышеописанные нарушения в обмене микроэлементов наиболее отчетливо проявляются у марганца.

Если у здоровых женщин с суточной мочой выделяется $18,7 \pm 2,9 \text{ } \mu\text{г}$ марганца, то у всех больных желчнокаменной болезнью до операции с мочой выделяется, в среднем, $39,4 \pm 7,6 \text{ } \mu\text{г}$, через 2 недели после операции - $31,9 \pm 6,5 \text{ } \mu\text{г}$, а спустя 1 год после операции - $43,9 \pm 7,6 \text{ } \mu\text{г}$ марганца. В желчи, исследованной у внезапно погибших людей (табл. 2), концентрация марганца составляла $51,1 \pm 19,7 \text{ } \mu\text{г}\%$.

Содержание микроэлементов в желчи здоровых и больных людей

Таблица 2

	В контрольной желчи $\mu\text{г}\%$	В желчи, которая взята во время операции $\mu\text{г}\%$
Al	$280,5 \pm 92,6$	$213,0 \pm 100,4$
Cu	$351,3 \pm 149,0$	$241,2 \pm 102,4$
Si	$1154,8 \pm 691,8$	$1159,2 \pm 514,1$
Mn	$51,1 \pm 19,7$	$22,8 \pm 11,1$

В желчи же, исследованной во время операции, концентрация марганца составляла $22,8 \pm 11,1 \text{ } \mu\text{г}\%$.

Вышеописанные изменения в концентрациях (количестве) марганца по сравнению с контрольной группой после статистической обработки являются достоверными (во всех случаях $P < 0,5$).

Исследованные нами микроэлементы по интенсивности выделения с желчью располагались в следующей последовательности: $31 > \text{Cu} > \text{Al} > \text{Mn}$, а с мочой: $31 > \text{Al} > \text{Cu} > \text{Mn}$ согласуются с данными Сорока (1961, 1962). Этим фактом мы объясняем то явление, что при желчнокаменной болезни мы не наблюдаем усиленного выделения кремния из

организма с мочой, а также не наблюдаем уменьшения концентрации кремния в желчи, взятой у больных во время операции.

Сравнивая концентрацию микроэлементов в цельной крови в форменных элементах и плазме здоровых женщин и страдающих желчнокаменной болезнью, мы обнаружили (табл. I) у всех больных до операции, а также через 2 недели и спустя один год после операции несколько повышенную концентрацию алюминия в цельной крови и форменных элементах, повышенную концентрацию меди в цельной крови и плазме; концентрация же марганца в цельной крови и, особенно, в форменных элементах понижена. Следовательно, и в этой сравниваемой группе изменения в концентрации марганца наиболее выражены.

У здоровых женщин концентрация марганца в цельной крови по нашим данным составила $5,5 \pm 1,1\%$, а в форменных элементах $7,4 \pm 1,3\%$. У больных, страдающих желчнокаменной болезнью концентрация марганца до операции соответственно составила $3,7 \pm 0,7\%$ и $3,1 \pm 0,7\%$; через 2 недели после операции $3,8 \pm 1,0\%$ и $3,4 \pm 0,9\%$; через год после операции $2,5 \pm 0,9\%$ и $2,7 \pm 1,1\%$. Эти изменения концентрации марганца в цельной крови и в форменных элементах у больных желчнокаменной болезнью по сравнению с контрольной группой статистически достоверны (во всех случаях $P < 0,05$).

Повышенную концентрацию алюминия и меди в крови можно объяснить нарушением выделения указанных микроэлементов с желчью (этот путь является главным в выделении этих микроэлементов). Некоторые авторы (Ляшева, 1963, Милешин, 1965) считают также, что в результате повреждения паренхимы печень теряет способность фиксировать медь, поэтому уровень меди в крови при заболеваниях печени и желчных путей повышается. В этиологии и патогенезе желчнокаменной болезни заметная и неоспоримая роль принадлежит нарушениям холестеринового обмена (Chaufard, 1922, Aschoff, 1926, Федоров, 1934, Мясников, 1956, Pavel, 1962, Губергриц, 1963 и др.).

Влияние характера питания на литогенез неоспоримо. Излишества в питании, главным образом, в употреблении жирной и мясной пищи, ожирение - являются несомненно одним из этиологических факторов желчнокаменной болезни. При употреблении преимущественно растительной пищи желчные камни встречаются редко (Pavel 1962, Губергриц 1963, Тальман 1963 и др.).

Холестериновые и смешанные камни составляют основную массу (90%) желчных камней. Их образование по Pavel (1932) тесно связано с влиянием питания. Влияние питания не играет роли в образовании лишь небольшой группы чистых пигментных и кальциевых камней.

Суточная потребность в марганце для взрослого человека составляет 3-7 мг (Kehoe , Cholak , Story 1940, Маслова 1952,1954; Schoeder 1956 и др.). Многими исследователями установлено, что мясные продукты, жир, молочные продукты содержит мало марганца, но его много в продуктах растительного происхождения. (Kettner , Todd 1931; Беренштейн 1958; Hodges , Peterson 1931; Жарова-Черняева 1959; Войнар 1960 и др.).

Выраженное липотропное действие марганца, его влияние на холестериновый обмен отметили многие авторы (Andur , Norris , Neuser 1946, Колесников 1958,1962, Войнар 1960, Лея 1965, Бабенко 1965,1966 и др.).

На основании полученных нами данных о снижении концентрации марганца в цельной крови и форменных элементах больных, страдающих желчнокаменной болезнью, можно предположить, что недостаточное содержание марганца в пище может играть роль в этиологии образования желчных камней.

Среди наших больных с желчнокаменной болезнью мы наблюдали одну больную, у которой причиной заболевания была гемолитическая болезнь. У этой больной дооперационный уровень марганца в крови был нормальным - 5,8%.

Сравнивая динамику количества микроэлементов в моче, цельной крови, в форменных элементах и в плазме у больных желчнокаменной болезнью до операции, через 2

Содержание микроэлементов у больных с острым и хроническим воспалительным процессом желчного пузыря и желчных путей

Таблица 3

		При остром воспалении до операции		При хроническом воспалении до операции	
В суточной моче γ %	Al	983,9 ±	773,9	1083,3 ±	317,4
	Cu	151,9 ±	68,9	291,6 ±	75,7
	Si	4369,0 ±	2183,5	6822,1 ±	1891,5
	Mn	25,9 ±	13,5	43,3 ±	9,2
В крови γ %	Al	143,8 ±	90,6	130,8 ±	30,1
	Cu	178,1 ±	45,8	163,3 ±	25,5
	Si	1152,5 ±	1302,9	933,9 ±	312,8
	Mn	4,3 ±	1,8	3,6 ±	0,8
В форменных элементах γ %	Al	161,6 ±	113,9	152,6 ±	49,1
	Cu	105,9 ±	62,5	109,6 ±	26,5
	Si	2193,3 ±	3082,3	1770,9 ±	760,8
	Mn	3,7 ±	1,9	3,0 ±	0,8
В плазме γ %	Al	102,6 ±	87,9	111,7 ±	30,3
	Cu	232,9 ±	63,5	209,4 ±	31,8
	Si	315,6 ±	105,3	354,2 ±	69,4
	Mn	4,3 ±	1,6	4,0 ±	1,0

недели и через один год после операции, мы отметили, что количество меди и марганца в суточной моче возрастает через один год, по сравнению с данными до операции и через 2 недели после нее (табл. I). Наблюдается также уменьшение количества марганца в цельной крови, в форменных элементах и в плазме тоже через год после операции, по сравнению с их количеством в тех же биологических средах до операции и через 2 недели после операции. Напротив, концентрация меди в цельной крови, при контроле через один год имеет тенденцию к нормализации. Эти изменения в концентрациях микроэлементов, которые мы наблюдали в динамике, контролируя больных через один год после операции, мы объясняем устранением некоторых осложнений желчнокаменной болезни (например, воспаления и нарушения оттока желчи).

Сравнивая группу больных с острым воспалительным процессом в желчном пузыре и желчных путях с группой больных с хроническим процессом оказалось (табл. 3), что в дооперационном периоде у больных с острым воспалительным процессом, уменьшено выделение с мочой всех исследуемых нами микроэлементов, но особенно — меди и марганца. Установлено также, что у больных с острым воспалительным процессом до операции в цельной крови была намного выше концентрация меди и марганца, в форменных элементах — марганца, а в плазме — меди, по сравнению с группой больных с хроническим воспалительным процессом.

Изучая в динамике количество микроэлементов в суточной моче, их концентрацию в цельной крови, форменных элементах и плазме выяснилось, что у больных с острым воспалительным процессом через 2 недели после операции попрежнему уменьшено количество марганца, выделяемого с мочой, по сравнению с больными с хроническим воспалительным процессом.

Через один год при исследовании микроэлементов в соответствующих биологических средах мы не нашли существенной разницы между названными двумя группами больных.

Сравнивая группу больных, у которых камни были

Влияние камней в желчном пузыре и желчных путях на содержание микроэлементов в моче и крови больных

Таблица 4.

		Камни в желчном пузыре (до операции)		Камни в желчных путях (до операции)	
В суточной моче γ%	Al	1080,6 ±	294,4	1018,0 ±	732,8
	Cu	242,0 ±	54,7	321,0 ±	173,8
	Si	6574,0 ±	1543,7	6510,9 ±	4195,7
	Mn	40,1 ±	10,1	38,0 ±	14,4
В крови γ%	Al	135,5 ±	31,8	129,6 ±	68,7
	Cu	159,6 ±	19,9	196,1 ±	54,5
	Si	1073,6 ±	476,9	715,5 ±	311,8
	Mn	3,9 ±	1,0	3,3 ±	1,2
В форменных элементах γ%	Al	166,9 ±	53,2	126,5 ±	83,0
	Cu	110,4 ±	23,2	114,4 ±	62,0
	Si	2277,8 ±	1153,3	925,9 ±	359,0
	Mn	3,4 ±	1,0	2,5 ±	1,0
В плазме γ%	Al	111,1 ±	33,2	106,9 ±	62,9
	Cu	196,0 ±	25,7	266,0 ±	65,3
	Si	330,3 ±	63,2	380,4 ±	134,2
	Mn	4,2 ±	1,0	3,8 ±	1,7

Только в желчном пузыре и группу больных, у которых камни были и в желчных путях, мы установили, что у больных с камнями в желчных путях до операции с суточной мочой выделяется больше меди (табл.4). У больных с камнями в протоках до операции концентрация меди в цельной крови и, особенно, в плазме выше, а концентрация марганца в цельной крови и в форменных элементах ниже, чем у больных, у которых камни были только в желчном пузыре.

Исследуя в динамике больных с камнями в желчных протоках, мы наблюдали, что еще через 2 недели после операции остается более высокая концентрация меди в цельной крови и плазме.

У больных с обтурационной желтухой мы выявили выраженные нарушения обмена меди. У этих больных до операции наблюдалась резко повышенная концентрация меди в цельной крови и плазме (табл. 5), усиленное выделение меди с мочой, по сравнению не только с контрольной группой (здоровыми женщинами), но также и со всей группой больных желчнокаменной болезнью. Через один год после операции мы не видели тенденции к нормализации этих изменений.

Среди других исследованных нами микроэлементов изменения, которые прямо связаны с механической желтухой, были менее характерны. Это мы объясняем легкими формами механической желтухи, которые мы наблюдали у наших больных.

У больных с гистологически доказанным билиарным циррозом до операции наблюдался (табл. 5) резко повышенный уровень меди в цельной крови и плазме, пониженная концентрация марганца в форменных элементах и в плазме, усиленное выделение меди с мочой, не только по сравнению с контрольной группой, но и со всей группой больных желчнокаменной болезнью. Изучая в течение года после операции динамику микроэлементов у больных билиарным циррозом, мы не наблюдали тенденции к нормализации уровня меди в цельной крови и плазме, как мы это наблюдали у всей группы больных с желчнокаменной болезнью.

Содержание микроэлементов у больных желчнокаменной болезнью с разной формой заболевания

Таблица 5.

	Контрольная группа	Вся группа больных желчно-каменной болезнью	Больные с желтухой	Больные с циррозом (до операции)	
В суточной моче γ	Al	860,7±145,2	1061,5±273,3	618,3 ± 687,0	1195,6 ± 931,2
	Cu	178,5±23,9	266,1±59,4	327,4 ± 237,6	338,8 ± 226,5
	Si	5844,4±1717,3	6557,8±1582,7	5676,4 ± 453,1	6959,4 ± 4957,0
	Mn	18,7±2,9	39,4±7,6	30,8 ± 11,8	39,6 ± 20,1
В крови γ %	Al	110,5±14,0	133,7±27,6	156,7 ± 102,0	136,4 ± 60,0
	Cu	123,2±10,7	170,7±20,2	216,1 ± 71,7	196,6 ± 48,8
	Si	843,2±303,1	964,2±328,3	728,0 ± 526,2	1013,8 ± 914,9
	Mn	5,8±1,1	3,7±0,7	3,2 ± 1,8	2,7 ± 1,8
В форменных элементах γ %	Al	133,8±17,8	154,6±41,7	158,1 ± 131,1	123,2 ± 39,0
	Cu	90,9±16,1	111,6±22,3	150,3 ± 89,6	115,2 ± 49,7
	Si	1429,6±579,6	1864,7±790,5	896,7 ± 451,7	1932,7 ± 2177,0
	Mn	7,4±1,3	3,1±0,7	2,4 ± 1,2	2,7 ± 1,6
В плазме γ %	Al	101,5±16,1	109,8±27,4	128,6 ± 97,4	115,9 ± 74,6
	Cu	154,3±14,8	217,4±26,3	266,7 ± 73,8	255,4 ± 69,3
	Si	305,8±106,7	345,6±55,0	356,7 ± 165,4	339,1 ± 128,3
	Mn	4,4±0,7	4,1±0,8	3,7 ± 2,2	3,0 ± 1,7

У этой группы больных через один год после операции выделение меди и марганца с мочой было даже более высоким.

У больных с желчнокаменной болезнью, у которых одновременно наблюдали панкреатит, — по сравнению со всей группой больных желчнокаменной болезнью, в обмене микроэлементов существенной разницы не отмечено.

Высокая концентрация марганца нами найдена в желчных камнях.

Изменения в обмене кремния у больных желчнокаменной болезнью не были характерными, что мы частично можем объяснить большими колебаниями этого микроэлемента в исследуемых нами средах.

ВЫВОДЫ

1. При желчнокаменной болезни отмечается нарушение обмена микроэлементов. Из исследованных нами микроэлементов это наиболее выражено в отношении марганца.

2. Можно полагать, что недостаточность марганца в организме больных желчнокаменной болезнью — алиментарного происхождения, что косвенно подтверждается снижением концентрации марганца в цельной крови и форменных элементах. Учитывая липотропное действие марганца и его влияние на обмен холестерина, можно с большей долей вероятности предположить, что недостаточное содержание марганца в пище могло бы играть роль в этиологии образования желчных камней.

3. Повышение концентрации меди в цельной крови и плазме является следствием осложнений желчнокаменной болезни: воспаления, патологических изменений в паренхиме печени нарушения оттока желчи.

4. Повышение концентрации алюминия в цельной крови и форменных элементах может быть объяснено уменьшением выделения этого микроэлемента с желчью у желчнокаменных больных.

5. Усиленное выделение марганца, меди и алюминия из организма с мочой, отмеченное у исследованных нами больных, следует рассматривать как компенсаторную реакцию организма в связи с уменьшением выделения этих микроэлементов с желчью.

6. Употребление пищи, содержащей достаточное количество марганца может являться одним из мероприятий по профилактике желчнокаменной болезни. С этой целью следует употреблять преимущественно пищу растительного происхождения, содержащую достаточно марганца. При употреблении пищи преимущественно животного происхождения следует добавить к ней дополнительно соли марганца.

7. На основании наших исследований предлагаем включить в диагностические мероприятия при желчнокаменной болезни определение концентрации марганца и меди в крови.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. БАБЕНКО Г.А. 1965. Обмен микроэлементов в здоровом и больном организме по данным экспериментальных и клинических наблюдений.
В кн. Тезисы докладов "Микроэлементы в медицине". Ивано-Франковск. 160-162.
2. БАБЕНКО Г.А. 1966. Некоторые направления в изыскании путей дальнейшего использования микроэлементов в лечебной практике.
В кн. "Микроэлементы в с/х и медицине". Тезисы докладов У Всесоюзного совещания. Улан-Удэ, т.2, 347-349.
3. БЕРЕНШТЕЙН Ф.Я. 1958. Микроэлементы, их биологическая роль и значение для животноводства. Минск.
4. ВОЙНАР А.И. 1960. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. Москва.

5. ГРИШКЕВИЧ Э.В. 1963. Клинико-анатомическое изучение изменений желчного пузыря и печени при хроническом холецистите. Сов.мед., 4, 63-68.
6. ГУБЕРГРИЦ А.Я. 1963. Болезни желчных путей. Москва.
7. ДУБЕЦ Ш., НАДЬ Т. 1962. Значение биопсии печени при желчнокаменной болезни. Вестник хир., 9, 53-57.
8. КОЛЕСНИКОВ Ю.П. 1958. О биологическом и терапевтическом действии марганца (Экспериментальное и клиническое исследование). Дисс. канд. Харьков.
9. КОЛЕСНИКОВ Ю.П. 1962. О применении марганца в клинике внутренних болезней. В кн.: "Микроэлементы и естественная радиоактивность почв". Материалы 3-го межвузовского совещания. Ростов. 209-210.
10. КОСЕНКО Л.И. 1965. К вопросу о выведении некоторых микроэлементов с желчью А, В и С у больных сахарным диабетом. В кн. Тезисы докладов "Микроэлементы в медицине". Ивано-Франковск. 268-269.
11. КУВШИННИКОВ В.А. 1965. Медь, марганец и цинк при холециститах и хронических гепатитах у детей. Дисс.канд. Минск.
12. ЛЕЯ Д. 1965. Липотропное действие микроэлементов кобальта, марганца, ванадия и меди у хомяков. Изв. Академии наук Латв.ССР. № II. 71-75.
13. МОСЬ Л.И., ПЯТНИЦКАЯ Л.К. 1967. Содержание некоторых микроэлементов в пищевых продуктах и рационах жителей Саратовской области. В кн. "Микроэлементы". Материалы II конференции по обмену опытом работы с микроэлементами. Саратов. 30-34.
14. МАСЛОВА Л.И. 1952. Марганец в пищевых продуктах и его баланс в организме. Вопр. питания. № 4. 92.

15. МАСЛОВА Л.И. 1954. Содержание марганца в основных пищевых продуктах (Юго-Востока Украины) и его баланс в организме человека. Дисс.канд. Днепропетровск.
16. МЯСНИКОВ А.Л. 1956. Болезни печени и желчных путей. Москва.
17. ПИКОВСКИЙ Д.Л. 1961. Особенности хирургического лечения желчнокаменной болезни в свете морфологических и функциональных данных. В кн. "Ученые записки Горьковского М.И." Горький. Вып. 12. 196-201.
18. ТАЛЫМАН И.М. 1963. Хирургия желчного пузыря и желчных протоков. Ленинград.
19. ФЕДОРОВ С.П. 1934. Желчные камни и хирургия желчных путей. Ленинград-Москва.
20. AMDUR M.O., NORRIS L.C.J., NEUSER G.F., 1946. The lipotropic action of manganese. J. Biol. chem. 164, 783-784.
21. ASCHOFF L., 1926. Von den Bedingungen der Gallensteinbildungen. Dtsch. med. Vschr., 42, 1755.
22. CHAUFFARD A.M.E., 1922. La lithiase biliaire. Paris.
23. HODGES M.A., PETERSON W.H., 1931. Manganese, copper and iron content of serving portions of common foods. J. Am. Dietet. A., 7, 6-16.
24. KENGE R.A., CHOLAK S., STORY R.V., 1940. Manganese, lead, tin, aluminium, copper and silver in normal biological material. J. of Nutrition, 20, 85-98.
25. KEMMERER A.R., TODD W.R., 1931. The effect of diet on the manganese content of milk. J. Biol. Chem., 94, 1, 317 - 321.
26. MERSCH E.B., 1957. Concurrent liver biopsy and cholecystectomy. Amer. surgen, 23, 8, 722-728.
27. PAVEL I., 1962. Die Gallenblase und die ableitenden Gallenwege. Bukarest-Jena.
28. SCHROEDER H.A., 1956. Trace Metal and chronic Diseases. Advances in internal Medicine, 7, 259-303.

ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА СИСТЕМУ
КРОВИ ЦЫПЛЯТ
(Поступила 20 сентября 1968 г.)
М.Р. АПСИТЕ, Ш.А. БЕРМАН

В.Н.Черниговский (1960) названием "система крови" понимает периферическую кровь и органы, участвующие в процессах кроветворения и разрушения крови. Необходимо отметить, что система крови птиц имеет ряд морфологических и физиологических особенностей по сравнению с млекопитающими (Лебедев, 1940). Основным органом кроветворения у птиц является красный костный мозг, который в трубчатых костях кур сохраняется на протяжении всей жизни (Jordan , 1939, Крок, 1962). Красный костный мозг птиц является местом генеза эритроцитов, тромбоцитов и гранулоцитов. Лимфоциты образуются в лимфоидных тканях.

В отличие от млекопитающих, эритроциты у птиц сохраняют форму истинных клеток - имеют ядро. Тромбоциты по структуре напоминают ядросодержащие эритроциты, но свободны от гемоглобина (Зайцев, 1928, Schermer , 1958, Lucas , Jamroz , 1961).

В лейкоцитарной системе периферической крови кур в отличие от млекопитающих преобладают незернистые формы лейкоцитов - лимфоциты. В сложном биологическом процессе образования форменных элементов крови и гемоглобина активно участвуют ферменты, витамины, микроэлементы и нуклеиновые кислоты. Установлено, что некоторые элементы 4-го периода периодической системы Менделеева абсолютно необходимы для нормального процесса кроветворения (железо, медь, кобальт, марганец, цинк). Эти элементы, как пока-

зали многочисленные опыты участвуют в строго определенных звеньях гемопоза и дополняют друг друга (Войнар, 1960).

Из основных функций железа, меди, кобальта, цинка и марганца необходимо отметить следующие. Железо входит в состав молекулы гемоглобина, как это еще в 1886 году доказал Зинофский (Zinoffski, 1886).

Для превращения железа в органически связанную форму, необходимо присутствие меди, которая в состав молекулы гемоглобина не входит (Стайлс, 1949).

На усвоение организмом меди влияет микроэлемент марганец. Марганец ускоряет также процесс созревания эритроцитов.

Роль кобальта в гемопозе связана с его способностью стимулировать процесс всасывания железа в кишечнике и ускорять образование ретикулоцитов.

Значение цинка в функциях системы крови определяется его ролью, во-первых, в ферменте карбоангидраза, локализованном в красных кровяных тельцах (Keilin, Mann, 1940) и, во-вторых, в функции гранул лейкоцитов (Vallee, Wolff, 1956).

О значении бария (не принадлежит к 4-му периоду периодической системы Менделеева) в процессе образования крови, литературных данных мало, а имеющиеся - противоречивы. По некоторым данным (Zolezzi, Stazzi, 1939, цит. по Капран, 1963) барий в малых дозах стимулирует деятельность костного мозга. Однако по мнению Р.Г. Капрана (1963) барий оказывает токсическое влияние на кроветворение. Несмотря на это, Андервуд (Underwood, 1962) относит барий к группе "вероятно незаменимых" микроэлементов, ибо барий в незначительных концентрациях свойственен многим органам и тканям животных (Войнар, Лазовская, 1943, Боровик, Войнар, 1946). Это

мнение согласуется с данными Дри (Drea, 1935), который обнаружил барий в крови кур в условиях физиологической нормы.

Наибольшую информацию о содержании металлов в крови цыплят и взрослых кур, как в норме, так и при добавочном скармливании разных микроэлементов мы получаем из работ Э.Я.Тауцинь и Л.Б.Свилане (1962).

Данных о присутствии и количественном содержании бария в костном мозгу птиц нам не удалось найти. Также нет данных о содержании железа, меди, марганца, кобальта и цинка в костном мозгу птиц, в том числе и кур.

Целью настоящего исследования было изучить влияние микроэлементов - марганца, меди, кобальта, цинка и бария, главным образом больших доз, на содержание марганца, железа, меди, цинка, кобальта и бария в цельной крови и в костном мозгу и на морфологический состав периферической крови. Об изменениях в функциональном состоянии лейкоцитов под влиянием микроэлементов мы судили по данным цитоллюминесцентного анализа.

Материал и методика

Объектами нашего исследования явились цыплята породы белый леггорн. В трех биологических опытах было использовано 453 цыпленка в возрасте от одного до 40 дней. Все птицы содержались в клеточной батарее. Корм и воду цыплята получали вволю.

Приносим глубокую благодарность директору института Биологии АН Латв.ССР академику А.Р.Валдман и ст.научн. сотруднику Э.Я.Тауцинь за любезно представленную возможность участвовать в опытах, организованных лабораторией биохимии и физиологии животных.

Таблица I

Схема опытов

№ опыта	Количество цыплят в начале опыта	Микродобавки к основному корму					
		в мг	на I кг	кобальт	медь	цинк	марганец
I	20	к о н т р о л ь					
"	20	0,79	-	-	-	-	-
"	19	-	40,6	-	-	-	-
"	19	-	-	74,3	-	-	-
"	20	-	-	-	56,8	-	-
II	30	к о н т р о л ь					
"	21	-	-	-	-	-	165
"	21	-	-	-	-	-	660
"	21	-	-	-	-	-	3297
"	22	-	250	-	-	-	-
"	22	-	500	-	-	-	-
"	22	-	1000	-	-	-	-
"	22	123,7	-	-	-	-	-
"	22	247,4	-	-	-	-	-
"	22	618,5	-	-	-	-	-
III	28	к о н т р о л ь					
"	24	-	-	-	1500	-	-
"	24	-	-	-	3000	-	-
"	27	-	-	-	-	3000	-
"	27	-	-	-	-	-	6000

В зависимости от задачи опытов к основному корму (в виде сухой мучной смеси) подопытных групп добавлялись микроэлементы — марганец, медь, кобальт, цинк и барий в разных дозах. Схемы опытов показаны в табл. I.

В конце опытов цыплят декапитировали и для анализов использовали периферическую кровь и костный мозг. Методом эмиссионного спектрального анализа в крови и костном мозгу мы определяли содержание марганца, железа, меди, цинка и бария. Количество кобальта определяли методом колориметрии с применением нитрозо-Р соли. Кроме того у 40-дневных цыплят в периферической крови определяли содержание гемоглобина (по Сали), количество эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов в 1 мм^3 крови и лейкоцитарную формулу в мазках окрашенных комбинированно по Лейшману и Гимза-Романовскому. Для характеристики функционального состояния лейкоцитов периферической крови цыплят мы использовали цитолуминесцентный анализ. Кровь для анализов брали по декадам. Определяли процентное соотношение лейкоцитов, светящихся зеленым светом ("З"), клеток, светящихся оранжево-желтым ("О") светом и клеток с преобладающим красным свечением ("К"), т.е. формулу "ЗОК". Результаты подверглись статистической обработке по общепринятому методу.

Полученные результаты

Марганец.

Полученные результаты методом эмиссионного спектрального анализа свидетельствуют о том, что количество марганца в костном мозгу цыплят контрольных групп колеблется в среднем от 1,8 до 3,3 мг% (на зоду), но в крови — меньше — от 0,9 до 2,0 мг% (табл. 2). До-

Влияние марганца на содержание микроэлементов в крови и костном мозгу подопытных цыплят (в мг% на золу)

Количество добавленного марганца в мг на 1 кг корма	Марганец		железо		медь		цинк	
	кровь	костный мозг	кровь	костный мозг	кровь	костный мозг	кровь	костный мозг
контроль	2,0±0,2	3,3±0,5	531±19	166±48	1,5±0,3	3,8±1,2	138±10	247±19
56,8	2,3±0,1	7,4±0,4	613±31	166±59	1,1±0,1	8,7±1,2	138±3	263±17
контроль	0,9±0,1	1,8±0,1	1614±316	347±21	2,0±0,5	3,4±0,7	141±3	257±13
1500	2,0±0,2	5,2±0,3	517±70	435±90	2,6±0,2	1,4±0,1	151±10	267±17
3000	2,6±0,4	21,0±1,7	305±152	592±59	2,1±0,1	2,0±0,2	123±3	282±13

добавочное скармливание марганца цыплятам в течение 40 дней в биотической дозе и в дозах превышающих в 30 - 60 раз общепринятые (1500 и 3000 мг на I кг корма) повышает содержание микроэлемента в крови и особенно в костном мозгу (табл. 2). Наряду с увеличением содержания марганца в костном мозгу цыплят, получавших биотическую дозу микроэлемента, наблюдается также увеличение содержания меди, что свидетельствует о взаимосвязи между обменом названных металлов в организме цыплят. По-видимому, увеличение количества эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов (табл. 3) в периферической крови этих цыплят также связано с изменениями в содержании микроэлементов в костном мозгу.

Как уже упоминалось, в гемопоэзе активно участвуют и нуклеиновые кислоты в состав которых в органически связанной форме входит и марганец (Wacker, Vallee, 1959). Поэтому предполагается, что микроэлемент (в зависимости от концентрации) может оказать влияние и на качество клеточных структур, т.е. на ДНК и РНК. Проведенный цитолуминесцентный анализ (визуальный вариант) лейкоцитов показывает, что марганец в больших дозах изменяет цельность биспиральной конфигурации ДНК и снижает жизнеспособность клеток белой крови на 4% по сравнению с контрольными цыплятами. Трудно сделать окончательный вывод, но предполагается, что ухудшение функционального состояния лейкоцитов компенсируется увеличением их количества.

М е д ь.

Полученные нами данные свидетельствуют, что добавочное скармливание цыплятам меди в дозе 40,6 мг на I кг корма способствует увеличению ее содержания как в крови, так и в костном мозгу (табл. 4). Наряду с этим возрастает концентрация марганца, железа и цинка. Повышается содержание гемоглобина, активизируется процесс гемопоэза (табл. 5).

Таблица 3

Влияние марганца на морфологический состав периферической крови
подопытных цыплят

№ опыта	Количество добавленного марганца в мг на I кг корма	Гемоглобин ед. сали	Эритроциты млн/мм ³	Лейкоциты тыс/мм ³	Тромбоциты тыс/мм ³
I	контроль	59,0±0,9	2,48±0,13	22,4±2,4	33,8±3,2
"	56,8	67,2±0,8	2,66±0,09	29,4±2,3	48,1±2,8
II	контроль	62,6±1,0	2,72±0,17	30,78±3,0	38,97±3,4
"	1500	61,9±0,8	3,06±0,14	35,77±2,8	52,22±5,1
"	3000	59,8±1,0	2,70±0,08	38,17±2,6	59,69±2,4

Таблица 4

Влияние меди на содержание микроэлементов в крови
и костном мозгу подопытных цыплят (мг% на золу)

№ опы- та	Количество добав- ленной меди в мг на 1 кг корма	Марганец		Железо		Медь		Цинк	
		кровь	костный мозг	кровь	костный мозг	кровь	костный мозг	кровь	костный мозг
I	контроль	2,00±0,2	3,3±0,5	531±19	166±48	1,5±0,3	3,8±1,2	138±10	247±19
"	40,6	2,20±0,1	7,4±1,0	793±83	1000±112	2,9±0,2	13,0±1,1	150±9	269±17
II	контроль	0,86±0,02	1,6±0,2	507±176	183±67	1,5±0,1	2,6±1,1	152±3	389±47
"	250	0,61±0,01	3,9±0,5	441±35	469±34	1,3±0,4	2,7±0,7	130±4	431±128
"	500	1,68±0,36	2,4±0,2	724±104	433±142	2,8±0,9	2,1±0,6	163±7	327±38
"	1000	1,28±0,14	2,3±0,5	1254±149	296±50	3,2±0,8	1,8±0,1	137±7	412±64

Таблица 5

Влияние меди на морфологический состав
периферической крови цыплят

№ опыта	Количество добавленной меди в мг на 1 кг корма	Гемоглобин ед.Сали	Эритроциты млн/мм ³	Лейкоциты тыс/мм ³	Тромбоциты тыс/мм ³
I	контроль	59,0±0,9	2,48±0,13	22,4±2,4	33,8±3,2
"	40,6	60,4±1,2	2,51±0,09	27,8±2,1	41,2±2,2
II	контроль	61,6±1,4	2,63±0,05	31,8±1,2	31,7±0,8
"	250	61,4±0,9	2,50±0,10	28,2±2,7	25,3±3,3
"	500	57,1±1,3	2,25±0,08	30,7±2,6	33,8±1,6
"	1000	55,1±1,0	2,45±0,08	25,1±2,0	33,0±2,5

При 5 кратном увеличении дозы меди в корме цыплят имеет место, по-видимому, возбуждение защитных барьеров организма, ограничивающих поступление микроэлемента во внутренние системы. В результате этого, содержание меди в крови и костном мозгу цыплят контрольных и подопытных групп оказывается почти одинаковым (табл.4). Содержание гемоглобина, количество эритроцитов и лейкоцитов только несколько снижается по сравнению с контрольными цыплятами. Однако разница статистически не достоверна (табл.5). Живой вес контрольных и подопытных цыплят не обнаруживает существенных отличий. Это все дает основание считать, что используемая доза меди находится в зоне так называемого "бездействия микроэлемента" (Венчиков, 1962).

Увеличение доз меди до 500 и 1000 мг на 1 кг корма угнетает функцию гемопоза (табл.5). Содержание микроэлементов в крови и костном мозгу распределяется следующее. Медь, поступая в организм через пищеварительный тракт в больших количествах депонируется в печени, достигая там высокого уровня (Тауцинъ, Свилане, 1968). В крови концентрация меди также увеличивается на 87 и 116%, а в костном мозгу - снижается, соответственно на 20 и 31% (табл.4).

Можно полагать, что снижение содержания меди в костном мозгу является причиной ослабления процесса гемопоза.

Привесы подопытных цыплят снижаются. Как известно, привесы цыплят обусловлены интенсивностью синтеза белка каждой клетки, а данные, полученные методом цитоломинесцентного анализа, указывают на угнетение этого процесса. Количество лейкоцитов светящихся зеленым цветом под влиянием больших доз меди уменьшается соответственно на 7 и 25% (табл. 6), что связано со снижением жизнеспособности лейкоцитов и появлением некробиотических процессов.

Таблица 6

Влияние меди на люминесцентное свечение лейкоцитов/в конце опыта/

№ опыта	Количество добавленной меди в мг на 1 кг корма	Цвет свечения лейкоцитов	M ± m %
2	контроль	зеленый	87±0,8
		оранжевый	8±1,3
		красный	5±1,7
2	250	зеленый	80±2,0
		оранжевый	12±2,0
		красный	8±2,0
2	500	зеленый	80±6,0
		оранжевый	17±6,0
		красный	3±0,1
2	1000	зеленый	62±6,2
		оранжевый	25±5,4
		красный	13±5,8

Совокупность всех изменений свидетельствует о токсичности данных доз меди.

Кобальт.

Высокие дозы кобальта, поступающие с кормом в организм цыплят преодолевают защитные барьеры и появляются в повышенных концентрациях в крови и в костном мозгу (таб.7). Это сопровождается увеличением содержания гемоглобина, а также количества форменных элементов крови (табл.8). Несмотря на это, общее количество железа в периферической крови уменьшается. Не исключено, что повышенное образование гемоглобина происходит за счет кобальтгемоглобина, где центральный атом - железо заменен кобальтом. Некоторая часть кобальта может быть связана с белками эритроцитов, образуя кобальтовый белок. По данным В.В.Ковальского и В.С.Чебаевской (1952) такое соединение может содержать до 1300 μ % кобальта.

Несмотря на полицитемию функциональное состояние клеток крови подопытных цыплят ухудшалось. У цыплят, получавших 247,4 мг кобальта на I кг корма, количество зелено светящих лейкоцитов уменьшалось на 17% (табл.9). Таким образом большие концентрации кобальта в корме цыплят отрицательно влияют на физиологическое состояние лейкоцитов, вызывая дистрофические и некробиотические изменения. В результате этого страдает синтез белка и снижается интенсивность роста цыплят.

Цинк.

Добавленный в биотической концентрации к корму цыплят цинк, усваивается организмом и в увеличенных концентрациях, по сравнению с контрольной группой, обнаруживается в крови на 14% и в костном мозгу на 10% (табл.10). Повышение содержания цинка в системе крови сопровождается статистически достоверным ($p < 0.002$) увеличением на 57% количества лейкоцитов в циркулирующей крови (таб.11)

Таблица 7

Влияние кобальта на содержание микроэлементов в крови
и костном мозгу подопытных цыплят (в мг% на волю)

количество добавлен. кобальта в мг на 1кг корма	марганец		железо		медь		КОБАЛЬТ	
	кровь	костный мозг	кровь	костный мозг	кровь	костный мозг	кровь	костный мозг
контроль	0,86±0,02	1,64±0,2	507±176	183±67	1,5±0,10	2,6±1,1	0,92±0,05	5,2±0,8
123,7	1,05±0,04	3,40±0,6	382±75	316±61	1,0±0,08	1,3±0,2	4,17±0,44	-
247,4	0,84±0,05	2,08±1,0	182±10	297±43	1,0±0,01	0,9±0,1	8,85±0,01	5,8±0,5
618,5	1,10±0,11	-	302±50	-	1,3±0,32	-	12,07±0,10	-

Таблица 8

Влияние кобальта на морфологическую картину
периферической крови цыплят

Количество добавленного кобальта в мг на I кг корма	Гемоглобин ед. Сали	Эритроциты млн/мм ³	Лейкоциты тыс/мм ³	Тромбоциты тыс/мм ³
контроль	61,6±1,4	2,63±0,05	31,8±1,2	31,7±0,8
123	64,5±0,9	3,05±0,08	32,8±1,3	36,7±4,0
247,4	69,2±2,7	3,24±0,07	41,9±2,7	37,3±5,2
618,5	77,6±0,0	3,36±0,10	48,7±1,4	65,3±12,0

Таблица 9

Влияние кобальта на люминесценцию лейкоцитов
подопытных цыплят/в конце опыта/

№ п. п.	Количество добавленного кобальта в мг на 1 кг корма	Цвет свечения лейкоцитов	Люминесцентное све- чение лейкоцитов в %	
			М ± m	P <
1	контроль	зеленый	87±0,8	-
		оранжевый	8±1,3	-
		красный	5±1,7	-
2	123,7	зеленый	73±4,0	0,02
		оранжевый	12±1,1	0,10
		красный	15±3,1	0,05
3	247,4	зеленый	70±0,7	0,001
		оранжевый	15±1,0	0,020
		красный	15±1,4	0,010

Таблица 10

Влияние цинка на содержание микроэлементов в крови
и костном мозгу подопытных цыплят (в мг% на золу)

Количество добавленного цинка в мг на 1 кг корма	марганец		железо		медь		цинк	
	кровь	костный мозг	кровь	костный мозг	кровь	костный мозг	кровь	костный мозг
контроль	2,0±0,2	3,3±0,5	531±19	166±48	1,5±0,3	3,8±1,2	138±10	247±19
74,3	2,1±0,2	4,8±0,5	537±40	316±75	1,4±0,1	5,0±0,8	157±3	270±10

Таблица 11

Влияние цинка на морфологическую картину крови подопытных цыплят

Количество добавленного цинка в мг на 1 кг корма	Гемоглобин ед. Сали	Эритроциты млн./мм ³	Лейкоциты тыс./мм ³	Тромбоциты тыс./мм ³
контроль	59,0±0,9	2,48±0,13	22,4±2,4	33,8±3,2
74,3	57,6±1,2	2,56±0,14	35,3±3,3	55,0±6,9

Таблица 12

Влияние цинка на лейкоцитарную формулу периферической крови цыплят

Количество добавленного цинка в мг на 1 кг корма	Тени ядер клеток	Клетки Тюрка	Псевдоэозинофилы		Эозинофилы	Моноциты	Базофилы	Лимфоциты
			Палочко-ядерные	Сегменто-ядерные				
контроль	1,6	0,7	4,9	14,3	1,0	2,7	4,0	70,8
74,3	2,8	0,8	6,0	12,6	0,6	2,9	5,5	68,8

Анализ лейкоцитарной формулы показывает, что увеличение количества лейкоцитов в основном происходит за счет увеличения абсолютного числа псевдоэозинофилов и базофилов (табл.12). Можно предположить, что увеличенное количество цинка в костном мозгу способствует более быстрой дифференциации гемоцитобластов. В пользу этого говорит тот факт, что в крови возрастает число палочкоядерных псевдоэозинофилов. Возможно, что увеличение общей концентрации цинка в периферической крови связано с возрастанием числа лейкоцитов, гранулы которых содержат цинк. По данным Б.Л.Валле (Vallee, 1959) цинк в больших количествах обнаруживается именно в гранулоцитах.

Барий.

Л.О.Войнар и Л.Н.Лазовская (1942, 1943) установили, что между обменом бария и кальция в организме существует определенная взаимосвязь. Чем богаче орган кальцием, тем значительнее в нем содержание бария. По данным Э.Я. Тауцинь и А.Б.Свиланы (1962) кровь кур, по сравнению с другими сельскохозяйственными животными содержит много кальция.

Методом спектрального анализа нам удалось установить относительно высокую концентрацию бария в крови (1,7 мг% на золу) и костном мозгу (4,4-5,9 мг% на золу) цыплят контрольных групп (табл. 13). По-видимому, организм цыплят адаптирован к относительно большой концентрации бария в крови и костном мозгу.

С увеличением содержания бария в корме цыплят от 165 до 6000 мг на 1 кг наблюдается усиленное его поступление в организм и накопление в костном мозгу (табл.13). Предполагается, что кровь по отношению к барию выполняет только транспортную функцию.

Под влиянием бария (доза 3000 мг на 1 кг корма) меняется количественное содержание меди в некоторых элементах системы крови цыплят: в периферической крови содер-

Влияние бария на содержание микроэлементов в крови и костном мозгу
подопытных цыплят (в мг% на золу)

№ опы-го та	Количество добавленно бария в мг на 1кг корма	марганец		железо		медь		барий	
		кровь	костный мозг	кровь	костный мозг	кровь	костный мозг	кровь	костный мозг
II	контроль	0,86±0,02	1,64±0,15	507±176	183±67	1,5±0,1	2,6±1,1	1,7±0,07	5,9±0,7
"	165	1,15±0,29	1,77±0,09	1201±196	188±26	2,3±0,4	1,6±0,4	2,7±0,40	15,4±1,7
"	660	0,81±0,09	3,94±0,32	759±140	401±53	1,5±0,1	2,4±0,7	3,1±0,50	267 ±18
"	3297	0,72±0,01	5,11±1,70	478±101	708±101	1,1±0,1	3,7±0,7	4,0±0,80	1695±44
III	контроль	0,90±0,04	1,8±0,08	1614±316	347±21	2,0±0,5	3,4±0,7	1,7±0,40	4,4±0,1
"	3000	0,65±0,07	6,0±1,20	383±169	745±230	3,1±0,6	2,8±0,3	12±1,00	175 ±17
"	6000	0,45±0,01	3,0± 1,40	85±2	134±48	1,3±0,1	2,1±0,1	14±1,20	1738±35

Влияние бария на морфологический состав
периферической крови

№ опы- та	Количество добавлен- ного бария в мг на I кг корма	Гемоглобин ед. Сали	Эритроциты млн/мм ³	Лейкоциты тыс/мм ³	Тромбоциты тыс/мм ³
II	контроль	61,6±1,4	2,63±0,05	31,8±1,2	31,70±0,8
"	165	63,2±0,7	2,53±0,08	31,6±2,8	35,10±2,1
"	660	59,9±0,5	2,52±0,06	31,2±1,6	37,50±2,1
"	329,7	57,4±1,6	2,49±0,08	39,8±7,6	35,70±3,4
III	контроль	62,6±1,0	2,72±0,17	30,78±3,0	38,97±3,4
"	3000	57,9±0,7	2,60±0,03	33,04±2,5	40,51±1,4
"	6000	66,1±0,5	2,87±0,10	25,42±1,8	62,10±4,1

жание меди увеличивается, а в костном мозгу - снижается (табл. I3). Снижается также количество эритроцитов в крови и содержание гемоглобина (табл. I4). Это все свидетельствует о появлении анемии, об угнетении деятельности костного мозга цыплят под влиянием скармливаемого бария в больших дозах.

Для оценки функционального состояния лейкоцитов мы использовали формулу "30К" (Сосунов, Козак, 1965). По данным цитолюминесцентного анализа, барий в больших дозах изменяет в лейкоцитах надмолекулярную организацию ДНК и РНК (Сосунов, 1966), о чем свидетельствует уменьшение на 21% клеток, светящихся зеленым цветом.

Из работ И.О.Барт (1927) и О.П.Харитоновой (1957) известно, что летальной дозой бария для собак (рост 0,5) является 0,01-0,7 г на 1 кг веса тела. В наших опытах цыплята за 40 дней в зависимости от дозы получили, приблизительно, от 0,2 до 6,0 г бария на 1 кг живого веса, но массовой гибели цыплят мы не наблюдали.

Следовательно, функция бария в организме птиц в отличие от млекопитающих имеет некоторые особенности.

З а к л ю ч е н и е

Методом эмиссионного спектрального анализа установлено, что содержание микроэлементов в костном мозгу цыплят породы белый леггорн выше, чем цельной крови. У цыплят 40 дневного возраста в среднем содержание марганца в крови 0,9-2,0 мг% на золу, в костном мозгу - 1,8-3,3 мг% на золу; меди - в крови - 1,5 мг% на золу, в костном мозгу - 2,6-3,8 мг% на золу; кобальта в крови - 0,92 мг% на золу; в костном мозгу - 5,2 мг% на золу; цинка - в крови - 138 мг% на золу, в костном мозгу 247 мг% на золу и бария - в крови - 1,7 мг% на золу, в костном мозгу - 4,4-5,9 мг% на золу.

Добавочное скармливание цыплятам солей микроэлементов в биотических и больших дозах влияет на содержание микроэлементов в крови и костном мозгу и на гемопозитический эффект организма.

Марганец, медь, кобальт и цинк в биотических дозах стимулируют деятельность костного мозга и его кроветворную функцию; а в больших дозах угнетают.

Барий, добавленный к корму цыплят, легко усваивается организмом, в чрезвычайно больших концентрациях обнаруживается в костном мозгу и влияет на функциональное состояние лейкоцитов и их цитофизиологическую характеристику,

Л И Т Е Р А Т У Р А

- БАРТ И.О. 1927. К токсикологии бария. Арх.кримин.и суд.мед. т.1, №2-3, Харьков.
- БОРОВИК С.А., ВОЙНАР А.О. 1946. Спектрохимическое исследование содержания микроэлементов в железах внутренней секреции человека. Булл.эксп.биол. и мед. XXI, № 5.
- ВЕНЧИКОВ А.И. 1962. Зоны действия микроэлементов. Микроэлементы в с/х и мед., Киев.
- ВОЙНАР А.О., ЛАЗОВСКАЯ Л.И. 1942. К биохимии стронция и бария. Биохимия т.7, № 5-6.
- ВОЙНАР А.О., ЛАЗОВСКАЯ Л.И. 1943. О распределении стронция и бария в животных организмах и о связи их с кальцием. Булл.эксп.биол. и мед. XV, № 2.
- ВОЙНАР А.О. 1960. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. М.
- КАПРАН Р.Г. 1963. Значение бария в развитии лейкозов Киев.
- КРОК Г.С. 1962. Микроскопическое строение органов с/х птиц с основами эмбриологии. Киев.
- КОВАЛЬСКИЙ В.В., ЧЕБАЕВСКАЯ В.С. 1952. Успехи совр. биол. т.33, №2.

- ЛЕБЕДЕВ А.А. 1940. Количество и морфология форменных элементов и некоторые физ.-хим. свойства крови здоровых кур. Труды Омского Вет.и-та. Омск.
- ЛОСУНОВ А.В., КОЗАК Д.Д. 1965. "Формула ЗОК" и ее клиничко-диагностическое значение. Методы физико-химического анализа. Ростов-на-Дону.
- ЛОСУНОВ А.В. 1966. Микроэлементы и биофизические свойства ДНК форменных элементов периферической крови. Микроэлементы в с/х и мед. т.2. Улан-Удэ.
- СТАЙЛС В. 1949. Микроэлементы в жизни растений и животных. М.
- ГАУЦИНЬШ Э.Я., СВИЛАНЕ А.Б. 1962. Содержание микроэлементов в тканях и продуктах с/х животных местных пород ЛССР. Физиол. и биохим. питания с/х животных. Ш. Рига.
- ГАУЦИНЬШ Э.Я., СВИЛАНЕ А.Б. 1968. Накопление микроэлементов и их стимулирующее и токсическое действие в организме цыплят. 3 биохим. конф. Белорус., Латв., Лит., и Эст. ССР. т.2. Минск.
- КАРИТОНОВ О.П. 1957. К токсикологии хлористого бария. Фармак. и токсик. т. XX. № 2.
- ЧЕРНИГОВСКИЙ В.Н. 1960. Интерорецепторы. М.
- DREA W.F. 1935. Spektrum analysis of hen eggs and chick tissues. J. of Nutrit. 10, 4.
- JORDAN H.E. 1939. The lymphocytes in relation to erythrocytes production. Anat. Res. 73.
- KEILIN D., MANN T. 1940. Carbenic anhydrase. Purification and nature of the enzyme. Biochem. 34.
- LUCAS A.M., JAMROZ C. 1961. Atlas of avian Haematology. U.S. Department of Agriculture.
- SCHERMER S. 1958. Die Blutmerphologie der Laboratoriumstiere. Leipzig.
- UNDERWOOD E.J. 1962. Trace Elements in Human and Animal Nutrition. N.J.
- VALLEE B.L. 1959. Biochemistry, Physiology and Pathology of Zinc. Physiological Rev. 39., 3.

- WACKER W.E., VALLEE B.L. 1959. Nucleic Acids and Metals.
J.Biol.chem. 234.,12.
- WOLFF H.P. 1956. Untersuchungen zur Pathophysiologie des
Zinkstoffwechsels. Klin.Wschr. 34. 15/16.
- ZINOFFSKI . 1886. *quar.no* Underwood B. "Trace Elements in
Human and Animal Nutrition." H.J.

НЕКОТОРЫЕ МОДИФИКАЦИИ МИКРОЭЛЕКТРОДНОЙ ТЕХНИКИ
ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ БИОПЕНЦИАЛОВ НЕРВНОЙ ТКАНИ
В ЛАБОРАТОРИИ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО

ФАКУЛЬТЕТА ЛГУ

(Поступила 5 сентября 1968 г.)

Г.А.ГРУНДМАН

Предпосылкой появления микроэлектродной техники в 20-х годах нашего столетия явилось электронной аппаратуры для усиления биопотенциалов. Это уже в первые 10-15 лет дало возможность выяснить, например, длительность нервного импульса, установить взаимосвязь между формой и величиной отдельных компонентов потенциала действия в связи с изменением возбудимости и т.д.

Вначале микроэлектроды применялись для регистрации разницы потенциалов между различными точками поверхности мышечных или нервных клеток. Этот способ регистрации, как оказалось впоследствии, весьма несовершенен, т.к. требует либо применения изолированного биологического объекта, либо исключительно сложной препаровки объекта. Кроме того, регистрация биопотенциалов сквозь плотные ткани требует очень высокую степень усиления первых, что приводит к неизбежным дополнительным искажениям. Из-за этого еще долгое время клетки многих тканей не могли быть исследованы вышеуказанной методикой.

Новый этап в развитии микроэлектродной техники начинается в 40-х годах, когда почти одновременно в двух лабораториях (Curtis a. Cole, 1942; Hodgkin a. Huxley, 1945) для измерения потенциала мембран были применены специальные микроэлектроды, вводимые в клетку сквозь мембрану клетки. Как объект исследования были применены гигантские нервные волокна некоторых беспозвоночных.

В дальнейшем способ введения микроэлектрода в клетку нашел широкое применение и в других лабораториях. Если

первые стеклянные микроэлектроды имели диаметр кончика 2-5 μ и изготавливались в-ручную, то последующие были более совершенны, т.к. их кончики достигали уже 0,1-0,2 μ . Чем тоньше кончик микроэлектрода, тем меньше повреждается исследуемая структура. Одновременно резко повышается сопротивление стеклянного микроэлектрода, что затрудняет отведение регистрируемых потенциалов.

В дальнейшем развитии стеклянной микроэлектродной техники появляются двухканальные микроэлектроды. Они имеют два отдельных канала и два отверстия на кончике. Описано изготовление еще более сложных микроэлектродов. Так число каналов микроэлектрода может достигать до пяти. Однако кончик таких микроэлектродов оказывается очень толстым для введения внутрь клетки. Такие микроэлектроды используются для внеклеточного отведения потенциалов и аппликации различных фармакологических агентов непосредственно на мембрану клетки. В настоящее время микроэлектродный метод является неотъемлемой частью любой электрофизиологической лаборатории, ставящей своей задачей исследование физиологических механизмов на клеточном уровне.

В этом сообщении обобщен опыт работы по освоению и применению микроэлектродной техники в лаборатории Электрофизиологии биологического факультета Латв.гос.университета. Стеклянные микроэлектроды до настоящего времени в нашей республике еще не применялись. Для изготовления микроэлектродов в продаже не имеется стандартной аппаратуры и её следует изготовить, в зависимости от цели эксперимента, самостоятельно. Исходя из этого, считаем полезным ознакомить с проделанной нами работой.

Изготовление стеклянных микроэлектродов

Изготовление микроэлектродов производится в двух этапах: в первом - изготавливаются заготовки, во втором - вытягиваются микроэлектроды.

Исходным материалом для изготовления стеклянных микро-

электродов весьма удобными являются толстостенные пирексовые трубки, отношение внешнего диаметра которых к внутреннему 3:2 - 2:1. Из такой трубки, с внешним диаметром до 20 мм, удобно вытянуть стеклянные капилляры-заготовки, с внешним диаметром 1,3 - 1,4 мм. Некоторые лаборатории пользуются и более толстыми заготовками - около 2,0 мм. Стеклянные трубки перед употреблением должны быть тщательно подготовлены. Для этого применяется хромовая смесь с последующим промыванием трубок в проточной воде (не менее 6 часов). Окончательная промывка осуществляется дистиллированной водой.

Можно также рекомендовать кипячение в растворе щелочи с последующим промыванием и окончательной обработкой в спирте или эфире.

Оба метода рассчитаны на механическую очистку и обезжиривание трубок.

Для вытягивания заготовок применяем изготовленный нами агрегат. Схема агрегата приведена в рис. I. Он состоит

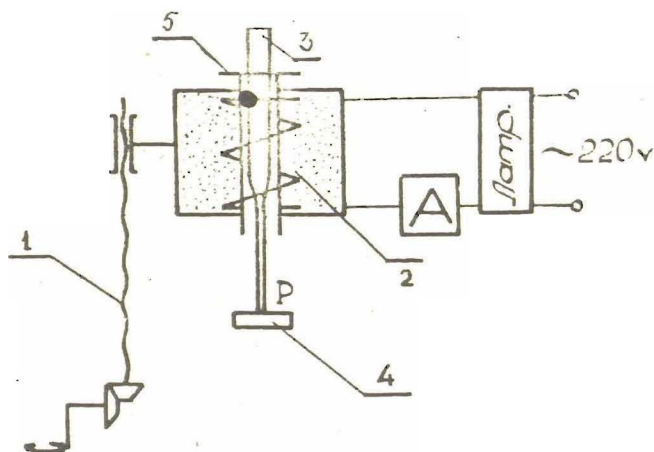


Рис. I. Схема нагревательного агрегата

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. Механизм подачи | 4. Грузик для вытягивания |
| 2. Нагревательный элемент | 5. Асбестовая пластинка |
| 3. Пирексовая трубка | |

из нагревательного элемента - нихромовой проволоки, намотанной на кварцевую трубку, диаметр трубки 25 мм, и заключенную в металлический цилиндр с асбестовой набивкой. Верхний зазор между нагревательным элементом и нагреваемым пирексом закрывается асбестовой пластинкой. Рис. I.-5. Режим нагревателя: 60 - 80 в , 2,0 - 2,5 А переменного тока. К свободному концу заготовки прикрепляется грузик. В зависимости от диаметра исходного материала регулируется скорость подачи нагревательного элемента, и при правильно подобранном режиме нагревания и подачи, отношение диаметров полученных заготовок сохраняется таким же, как и у исходной пирексовой трубки. Поверхность заготовок должна быть прозрачной и гладкой. Заготовки калибруются по внешнему диаметру, что имеет большое значение для получения однородных стеклянных микроэлектродов.

Более рациональным, но и одновременно технически более трудным способом является применение ^{в месте} грузика подтягивания заготовок при помощи резиновых валиков. Регулируя скорость вытягивания можно получить разный диаметр при неизменном режиме нагревания и подачи стеклянной трубки в нагревателе. При нестабилизированном токе внешний диаметр заготовок колеблется в пределах $\pm 0,10$ мм.

Преимущество этого метода заключается в том, что не увеличивается сила тяжести под нарастанием длины вытянутой трубочки-заготовки.

Такая техника изготовления заготовок используются только в институтах с большим потреблением микроэлектродов.

Из полученных заготовок с помощью специально изготовленного нами полуавтомата вытягиваются микроэлектроды.

За основу при изготовлении настоящего полуавтомата была взята конструкция Кука (цит. по Дональдсону) с учетом рекомендаций, предложенных Дональдсоном (Donaldson, 1958).

Известна также схема Александра и Настука (1953).

Эти авторы используют соленоид в двух режимах, получая как первичное растяжение, так и окончательный рывок.

К горизонтальным полуавтоматам относится и аппарат Кравцова.

В отличие от схем вышеупомянутых авторов, нами применялась для подтягивания заготовки (в период нагревания заготовки) механическая сила в виде грузика (рис.2). Окончательный рывок реализовался, как обычно, соленоидом, который в нашей схеме исполняет также роль тормоза для погашения инерции после рывка. Конструкция механизма вытягивания микроэлектродов оказалась удачной и надежной в эксплуатации.

При вытягивании микроэлектродов регулируются следующие параметры: температура нагревательной спирали, длительность нагревания, сила начального вытягивания и сила заключительного рывка.

Оптимальное значение каждого параметра определяется экспериментально и зависит от многих факторов: физических свойств стекла, толщины стенок заготовки, желаемой формы получаемых электродов и пр.

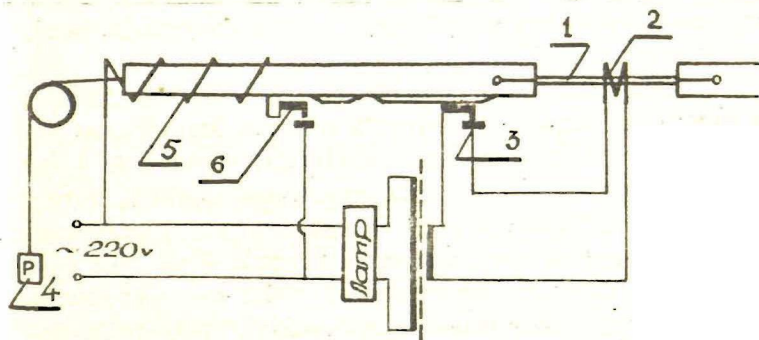


Рис. 2. Схема полуавтомата для вытягивания микроэлектродов

1. Заготовка
2. Спираль нагревателя
3. Контакт выключения нагревателя
4. Груз для начального вытягивания
5. Электромагнит для заключительного рывка
6. Контакт для включения электромагнита

Основные параметры стеклянных микроэлектродов: длина, конусность и диаметр кончика, должны быть непременно соблюдены при их изготовлении.

Когда полуавтомат полностью отрегулирован, вставляем заготовку, выключаем механизм и вынимаем готовый микроэлектрод. О качестве изготовленного микроэлектрода судим после проверки его под микроскопом, измеряя диаметр его кончика с помощью окулярмикрометра. Обычно мы изготавливаем микроэлектроды с диаметром кончика менее 1 мк. Электроды рассматриваются погруженными в дистиллированную воду, что одновременно позволяет судить о том, не запаялся ли кончик во время вытягивания, так как вода, поднимаясь по кончику электрода образует мениск. Более удобным для проверки микроэлектродов оказался объектив водяной иммерсии (40х). Окончательным критерием качества изготовленного микроэлектрода является эксперимент.

Заполнение и хранение микроэлектродов

Изготовленные микроэлектроды после проверки их качества с помощью тонких резиновых колец прикрепляем к предметному стеклу и помещаем кончиками вниз в стеклянный сосуд с притёртой пробкой.

Прежде всего наполняем электроды метанолом следующим способом: наливаем метанол в сосуд с электродами до уровня примерно на 1 см выше электродов и помещаем сосуд со снятой крышкой в эксикатор с отводной трубкой, подсоединенный к вакуумному насосу (в качестве вакуумного насоса можно использовать и водоструйный насос). В вакууме микроэлектроды наполняются метанолом за 15-30 мин. Наполнение электродов метанолом можно контролировать визуально. Затем сосуд вынимаем из эксикатора, метанол аккуратно сливаем и заполняем сосуд дистиллированной водой на 10-15 мин. В свою очередь воду заменяем на 2,5 М (молярный) раствор KCl. При температуре выше 60°C раствор KCl заменяет воду в течение 7 часов. При комнатной температуре процесс длится

не менее 24 ч. Годность электродов с момента наполнения от 3 до 5 дней.

Следует отметить еще другой способ заполнения микроэлектродов метанолом - при помощи нагревания до температуры кипения метанола. Кипячение должно быть медленным, поскольку бурное кипячение может вызвать повреждение кончиков микроэлектродов. Для снижения выпаривания метанола можно сосуд закрывать пробкой, через которую выводится стеклянная трубка длиной около 1 м. Тогда пары метанола конденсируются и метанол оттекает обратно.

Фиксация и проверка микроэлектрода

До введения микроэлектрода в объект, укрепляем его в специальном держателе. Схема электрододержателя приведена на рис. 3.

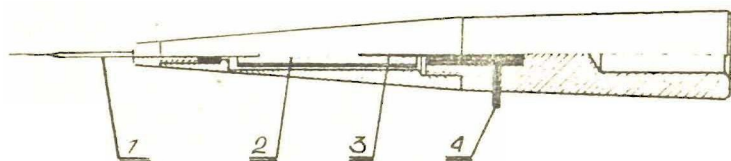


Рис. 3. Держатель микроэлектрода

1. Микроэлектрод
2. Агаровый мостик (заполненная стеклянная трубочка)
3. Хлорированная серебряная проволока
4. Вывод для присоединения

Посредством агарового мостика и хлорированной серебряной проволоки микроэлектрод присоединяем к катодному повторителю. В своей работе мы пользовались схемой катодного повторителя Бызова в следующем варианте (рис. 4).

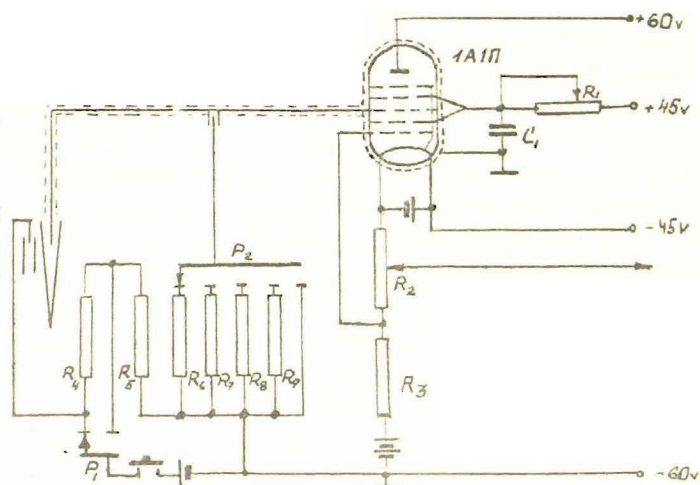


Рис. 4. Принципиальная схема катодного повторителя

Агаровый мостик готовим, беря 1,5 г. сухого агара на 100 мл 2,5 М КСI, а серебряную проволоку хлорируем после тщательной очистки в темноте в 2,5 М растворе КСI. Режим хлорирования 200 мкА в течение 45-60 мин.

Сопротивление электрода измеряем с помощью электронного осциллографа, подавая на электрод калибрационный импульс определенной величины (обычно 50 мV). Импульс подается через индифферентный электрод, которым является обычный стеклянный капилляр, заполненный агаром и присоединенный к схеме так же, как и микроэлектрод - через агаровый мостик. Оба электрода погружаются в специальный раствор Рингера, состав которого зависит от исследуемого объекта. Для моллюска *Limnaea stagnalis* рецептура раствора Рингера, который по химическому составу близок лимфы моллюска, следующая: NaCl - 1,0 М р-р - 500 мл, CaCl₂ - 0,5 М р-р - 80 мл, КСI - 1,0 М р-р - 16 мл, MgCl₂ - 0,1

М р-р - 80 мл и дистиллированная вода до 10000 мл. Проверяется рН раствора Рингера, и добавлением HCl или NaHCO_3 приведет к рН 7,4 - 7,5.

Известны и еще более сложные рецепты, которые опубликованы напр., Сорокиной и Зеленской (1967).

Подавая импульс через индифферентный электрод, отмечаем его величину на экране осциллографа. После этого, как показано на схеме (рис. 5), присоединяем параллельно дополнительное сопротивление - 5, 20, 45, 100 или 1000 мегом. Подбираем сопротивление, которое в подключённом состоянии снижает калибровочный импульс примерно в два раза. В данном случае полученные результаты будут с меньшей ошибкой измерения.

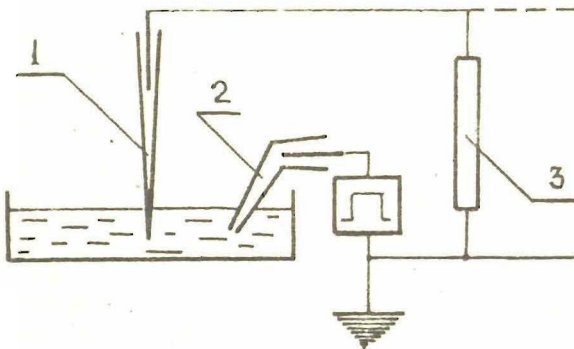


Рис. 5. Схема измерения сопротивления микроэлектрода

- 1. Микроэлектрод
- 2. Индифферентный электрод
- 3. Дополнительное сопротивление

После этого вычисляем сопротивление микроэлектрода по следующей формуле:

$$R_o = R \cdot \frac{V_o - V_1}{V_1} \quad , \text{ где}$$

- R_0 - сопротивление микроэлектрода
- R - величина дополнительного сопротивления
- V_0 - величина импульса без дополнительного сопротивления
- V_1 - величина импульса с подключенным сопротивлением.

Измерение сопротивления микроэлектрода иногда производится так же и во время опыта для проверки целостности микроэлектрода.

После всех вышеперечисленных подготовительных операций можно вводить микроэлектрод в исследуемые структуры.

Препарировка объекта и введение микроэлектрода в клетку

В нашей лаборатории объектами исследования являются нейроны моллюска *Limnaea stagnalis*, которые дугообразно расположены вокруг пищевода моллюска. Отпрепарированные ганглии мы помещаем в вышеупомянутый раствор Рингера и прикрепляем их к пробковой пластинке, которая приклеена ко дну плексигласовой ванночки. После этого снимаем оболочку ганглия и освобождаем доступ к нейронам. Вся операция необходимо проводить под бинокулярным микроскопом.

Затем ванночку с препаратом помещаем в специальное устройство для введения микроэлектрода. Это устройство состоит из экранизированной камеры, в которой установлен штатив микроскопа. Столик микроскопа используется для размещения ванночки с объектом, а вместо тубуса микроскопа закрепляется фиксатор для держателя микроэлектрода. Макровинт используется для перемещения стеклянного микроэлектрода до поверхности раствора Рингера, а микровинт - для подведения кончика электрода к ганглию и введения его в нейрон.

Рекомендуется ванночку, в которой находится препарат снабжать непрерывной циркуляцией раствора Рингера. Однако колебания уровня жидкости в ванночке в которой находится

препарат, должны быть минимальны. Это достигается применением ванночки с боковыми отсеками, в один из которых применяет свежий раствор, а от другого отсасывается омывающий. Все три отсека соединяются отверстиями диаметром около 4 мм. Приток раствора Рингера обеспечивается самотоком из выше поставленного сосуда, а отток - водоструйным насосом. Поблизости камеры устанавливается герметически закрытый сосуд, в котором собирается отсосываемый раствор. Важным фактором является и диаметр конечной части приводящей и отводящей системы, которые не должны отличаться.

Под микроскопом находим участок ганглия, на поверхности которого хорошо видны более крупные нейроны, и начинаем введение микроэлектрода. Погружение микроэлектрода контролируем с помощью бинокулярного микроскопа типа "МШ" (80-кратное увеличение). О результатах погружения микроэлектрода можно судить по смещению луча электронного осциллографа.

При прокалывания микроэлектродом клеточной мембраны, уровень луча на экране осциллографа резко понижается. Обычно этот скачок превышает значение 40 мВ. Таким образом мы измеряем потенциал покоя или уровень мембранного потенциала. Мембранный потенциал может быть различным в зависимости от функционального состояния нервной клетки. Мембранный потенциал может изменяться также под влиянием многих других внешних факторов - как температура, рН среды, ионный состав жидкости омывающей клетки и др. Следует отметить, что и при постоянных условиях внешней среды разные нервные клетки отличаются как величиной мембранного потенциала, так и характером потенциала действия (величина спайка, характер ритмической активности).

Таким же способом мы можем регистрировать и спонтанную активность нейрона. При наличии спонтанной активности нейрон генерирует потенциалы действия, которые хорошо выделяются на фоновом уровне потенциала мембраны.

Если кончик микроэлектрода недостаточно тонок, то он механически ранит нейрон, спонтанная активность которого, ярко выраженная вначале, довольно быстро уменьшается как по амплитуде, так и по частоте. В результате этого, луч осциллографа опять прочерчивает прямую линию, показывающую мембранный потенциал. Наши наблюдения согласуются с литературными данными (Жилжас, 1968).

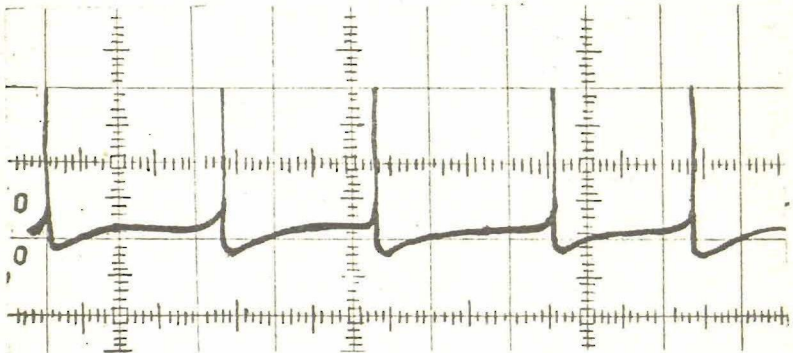


Рис.6. Спонтанная активность нейрона моллюска

1. Верхний луч - запись спонтанной активности
Скорость развертки 0,1 сек/см.

Если кончик микроэлектрода соответствует норме, то спонтанную активность можем наблюдать несколько часов без изменений. Чтобы обеспечить сохранение длительной спонтанной активности нейрона, необходимо: обеспечить постоянную температуру раствора Рингера, и поддерживать постоянство химического состава среды, что реализуется постоянной, непрерывной сменой раствора Рингера. Накопление продуктов обмена отрицательно влияет на спонтанную активность.

Имеются и другие взгляды^о спонтанной активности нейрона. Согласно этим, например, спонтанная активность возникает в ответ на раздражение нервной клетки, вызванное введением кончика микроэлектрода через мембрану клетки (Магура, 1968).

На рис. 6 приведена спонтанная активность нейрона. Как видно из рис. 6, интервал между отдельными импульсами непостоянен, однако заметна некоторая регулярность и периодичность активности.

Для наблюдения электрических потенциалов мы используем двухлучевой осциллограф С-1-18, усилитель которого полностью позволяет его использовать при микроэлектродной технике (усилитель обеспечивает усиление до 1 mV на 1 см). Для отметки времени мы пользовались звукогенератором ГЗ-35. Результаты регистрировались фотографированием экрана осциллографа фотоаппаратом "Зенит", применяя промежуточные кольца и изготовленный нами фототубус.

Если целью наших наблюдений не является изучение формы и отдельных фаз потенциала действия, то можно успешно пользоваться и записью на шлейфном осциллографе Н-700. Достаточно медленная развертка (скорость подачи фотобумаги от $0,25$ до 250 см/сек) обеспечивает хорошую запись и в более длительном периоде времени. Такие записи применялись нами для изучения изменений спонтанной активности во времени.

Так же хорошо себя зарекомендовал и усилитель переменного и постоянного тока У4-1, который обеспечивает усиление до 50000 .

Т е м а

1. Р.Ю.Жилюкас. Автореферат. Вильнюс, 1868.
2. П.Г.Костюк. 1960. Микроэлектродная техника.
3. И.С.Магура. Физиологичний ж. АН Укр.РСР, 14, № 6, 739 - 743, 1968.
4. Э.А.Сорокина и В.С.Зеленская. Ж.Эволюционная биохимия и физиология, III, № I, 25, 1967.
5. Alexander I., Nostuk W., Rev.Sci.Instr., 24, 528, 1953.
6. Burlakova A., Veprincevs V. u.c. Praktikumš biofizikā, LVI, Rīga, 1964.
7. Curtis H.S., Cole K.S., J.Cell.a.comp.Phys., 19, II, 135, 1942.
8. Donaldson P.E.K., Elektronik Apparatus for Biological Research, London, 1958.
9. Hodgkin A.L., Huxley A.F., J.Physiol., 104, II, 176, 1945.

СИНХРОНИЗАЦИЯ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СДВИГОВ ДЫХАНИЯ
И МОТОРИКИ ЖЕЛУДКА В СИТУАЦИЯХ ТРЕВОГИ
(Поступила 27 сентября 1968 г.)
И.А.КРАУКЛИС

В наших предыдущих исследованиях (1, 2, 3) установлено, что в условиях "трудного состояния" нервной системы, сопровождающего пассивную форму тревоги (или пассивно-оборонительную реакцию), у подопытных собак часто возникает своеобразный комплекс вегетативных сдвигов. Резко учащается дыхание, усиливается слюноотделение и начинается слюнотечение, учащаются периодические сокращения желудка, повышается артериальное давление, иногда значительно учащается пульс. При этом на фоне резкого учащения дыхания в пневмограмме периодически проявляются высокие, пикообразные волны 2-го порядка, образующие группы или периоды 3-го и высшего порядка, состоящие из 7-8 или больше пикообразных волн. Возникает синхронизация волн 2-го и 3-го порядка дыхания с первичными и вторичными волнами сокращений желудка.

Не выясненным, однако, остался вопрос о происхождении синхронных волн. Известно, что дыхательные волны 1-го порядка отражаются в кривой моторики желудка, т.е. в гастромотограмме, механическим путем. Можно было предположить, что первичные (основные) и вторичные, пикообразные волны гастромотограммы, синхронные с волнами 3-го и 2-го порядка пневмограммы, являются механическим отражением этих волн дыхания. Однако, некоторые данные противоречат такому предположению.

Цель настоящей работы - выяснить этот вопрос.

М е т о д и к а и м а т е р и а л

На 10 собаках выработана условнорефлекторная реакция тревоги, созданы "трудное состояние" нервной системы и ситуационный невроз. На фотокинограмме записаны: дыхание (в некоторых опытах отдельно торакальное и абдоминальное), пульс (на общей сонной артерии), моторика желудка, обще-двигательная активность, а в некоторых опытах также движения головы.

Более подробное описание методики дано в предыдущих работах (2, 3, 4).

Р е з у л ь т а т ы и с с л е д о в а н и й

I. Выяснено, что в 85% случаев периоды 3-го порядка в пневмограмме возникали без одновременного повышения инспираторного тонуса дыхательных мышц (рис. I)

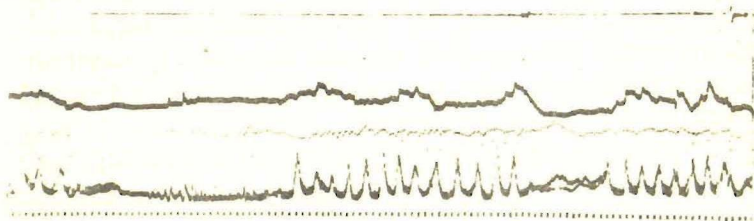


Рис. I. Сверху вниз: движения головы и актограмма, моторика желудка, сфигмоплетизмограмма общей сонной артерии, пневмограмма, отметка времени в 2 сек.

В 15% случаев периоды 3-го порядка сопровождались небольшим повышением инспираторного тонуса (рис. 2)

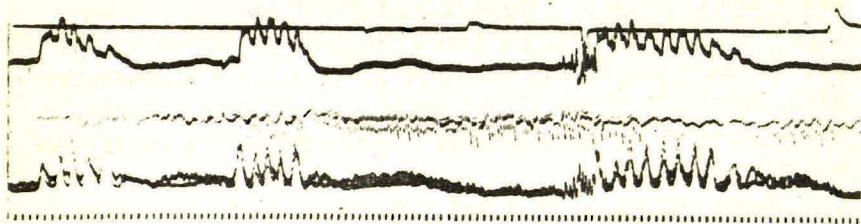


Рис. 2. Сверху вниз: движения головы и актограмма, моторика желудка, сфигмоплетизмограмма общей сонной артерии, пневмограмма, отметка времени в 2 сек.

Однако корреляция между величиной инспираторного тонуса (т.е. высотой подъема пневмограммы) и величиной синхронного сокращения желудка, как правило, отсутствовала. Эти данные показали, что волны сокращения желудка, сопровождающие периоды 3-го порядка дыхания, не являются следствием механического воздействия диафрагмы и интраабдоминального давления на желудок.

2. Синхронизация между волнами 2-го и 3-го порядка в пневмограмме и первичными и вторичными волнами в гастромотограмме оказалась непостоянной: временами на фоне тахипноэ (или без него) периодические сокращения желудка наблюдались при отсутствии соответствующих волн дыхания (рис. 3) или же наоборот, возникали периодические сдвиги дыхания при отсутствии синхронных сокращений желудка (рис.4).

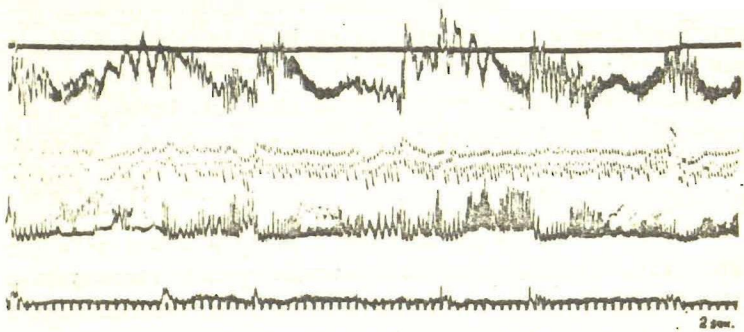


Рис. 3. Сверху вниз: актограмма и движения головы, моторика желудка, сфигмоплетизмограмма общей сонной артерии, дыхательные экскурсии грудной клетки, дыхательные экскурсии живота, отметка времени в 2 сек.

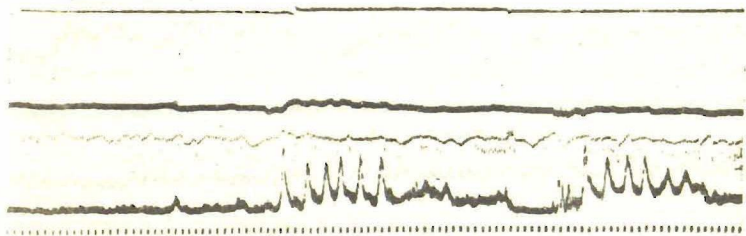


Рис. 4. Сверху вниз: актограмма и движения головы, моторика желудка, сфигмоплетизмограмма общей сонной артерии, пневмограмма, отметка времени в 2 сек.

3. Отсутствовала корреляция между интенсивностью волн 2-го и 3-го порядка в пневмограмме и интенсивностью синхронных волн в гастромотограмме. В некоторых опытах

сначала проявлялись выраженные волны дыхания, и только через несколько минут возникали синхронные им волны сокращения желудка (рис. 1, 2 и 3).

4. Начало дыхательной волны 3-го порядка обычно точно совпадала с началом синхронной ей воли сокращения желудка. Лишь в отдельных случаях сокращения желудка начинались 1-3 сек раньше или позже начала волны дыхания. Окончание же дыхательной волны обычно происходило несколько секунд раньше, по сравнению с окончанием синхронной ей волны сокращения желудка (рис. 1 и 2).

5. Пикообразные воли 2-го порядка и волны 3-го порядка (т.е. периодически возникающие группы пикообразных волн) в пневмограмме у подопытных животных наблюдались только на фоне резко выраженного тахипноэ. Периодические же волны в гастромотограмме, как первичные, так и вторичные, во многих опытах возникали независимо от режима дыхания. Так, например, вторичные волны сокращения желудка часто отмечались при нормальном режиме дыхания и при отсутствии дыхательных волн 2-го порядка (рис.5).

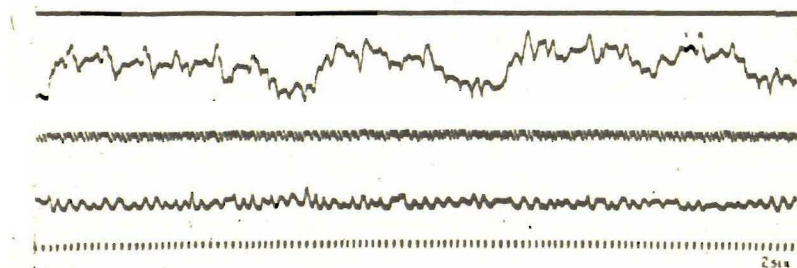


Рис.5. Сверху вниз: актограмма, моторика желудка, сфигмоплетизмограмма общей сонной артерии, пневмограмма, отметка времени в 2 сек.

6. В некоторых опытах в частности в начальный период перорального введения животным атофана - с целью вызвать атофанный гастрит, отмечалось своеобразное изменение режима дыхания во время периодических сокращений желудка: после каждого нормального цикла дыхания, как правило, следовали один или два небольшие циклы дыхания (рис. 6). В интервалах между сокращениями желудка всегда восстанавливался нормальный режим дыхания.

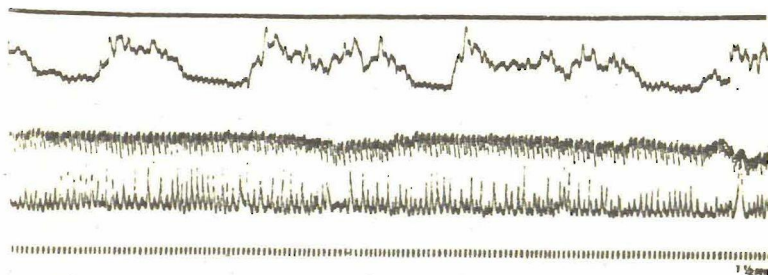


Рис.6. Сверху вниз: актограмма и движения головы: моторика желудка, сфигмоплетизмограмма общей сонной артерии, пневмограмма, отметка времени в I 1/2 сек.

7. Иногда наблюдалось явление, когда на фоне нормального режима дыхания любой более или менее глубокий вдох и выдох немедленно сопровождался волной сокращения желудка. В отдельных случаях "сигналом", как бы провоцирующим волну сокращения желудка, являлись движения головы или переступание ногами (рис.7).

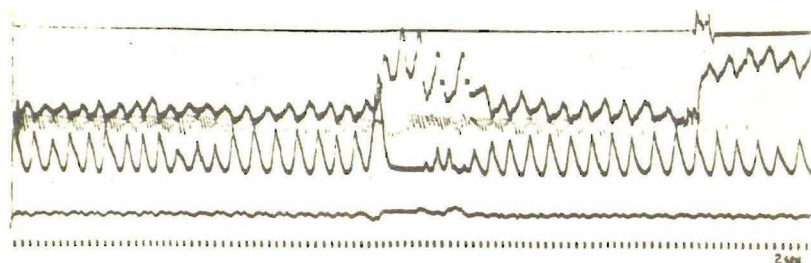


Рис. 7. Сверху вниз: актограмма и движения головы, моторика желудка, сфигмоплетизмограмма общей сонной артерии, дыхательные экскурсии грудной клетки, дыхательные экскурсии живота и отметка времени в 2 сек.

8. Установлено, что по мере усиления поведенческих компонентов пассивной тревоги (прогрессирующее торможение двигательной активности, оцепенение, а позже пассивное висание животного в лямках, генерализованный тремор и т.д.), увеличиваются интенсивность и степень синхронизации периодических волн дыхания и моторики желудка.

Обсуждение результатов

Полученные данные показывают, что вызванная сигналами тревоги синхронизация дыхательных волн 2-го и 3-го порядка с волнами сокращения желудка, не может быть объяснена механическим отражением (через диафрагму и интраабдоминальное давление) периодических сдвигов дыхания на тонус и моторику желудка.

Изложенные в пунктах 3, 5 и 7 данные (см. предыдущий раздел) позволяют предположить, что синхронизация периодических сдвигов активности дыхательного аппарата и желудка является результатом иррадиации возбуждения из дыхательного центра на **бульбарный** центр блуждающего нерва, т.е.,

результатом вовлечения активности ядра блуждающего нерва в периодическую активность дыхательного центра. В то же время данные, изложенные в пунктах 2 и 6 позволяют допустить, что синхронизация периодической активности дыхательного аппарата и желудка является результатом одновременного вовлечения дыхательного центра и центра моторики желудка в периодическую активность нервных структур высшего порядка (напр. сложных структур гипоталамуса и ретикулярной формации ствола мозга).

Возникновение периодических волн высшего порядка в пневмограмме и синхронных им волн в гастрограмме под влиянием "трудного состояния" нервной системы, т.е. пассивной формы тревоги, мы объясняем следующим образом: как показали наши исследования (3 и 4) пассивная форма реакции тревоги, как правило, сопровождается выраженным торможением общей двигательной активности подопытного животного.

Ослабляются или полностью затормаживаются выработанные формы адекватного, дифференцированного поведения. Иногда возникает тремор в разных частях тела. В то же время резко усиливаются вегетативные сдвиги организма.

Все это говорит о значительном ослаблении кортико-фундального контроля над подкорковыми уровнями интеграции возбуждения, вызванного ситуацией тревоги. Можно предположить, что в результате резкого ослабления кортико-фундального контроля уменьшается стабильность подкорковых систем автоматического регулирования функций организма, и начинают превалировать филогенетически более древние и примитивные системы саморегуляции. В связи с этим значительно усиливаются периодические колебания активности нервных центров ствола мозга, увеличивается склонность к генерализации и синхронизации этих колебаний, к вовлечению различных эффекторных систем в такие синхронные колебания.

В ы в о д ы

1. Изучены динамика синхронизации и временные соотношения периодических волн дыхания и моторики желудка, возникающие у подопытных собак при "трудном состоянии" нервной системы.

2. Установлено, что при синхронизации волн 3-го порядка дыхания и первичных волн сокращения желудка факторы механического воздействия дыхательного аппарата на желудок, или желудка на дыхательный аппарат, не имеют значения. Синхронизация отмеченных волн дыхания и моторики желудка определяется рефлекторными механизмами, обеспечивающими одновременно вовлечение дыхательного центра и центра моторики желудка в периодические колебания активности нервных структур среднего мозга.

3. При синхронизации пикообразных волн 2-го порядка дыхания и пикообразных вторичных сокращений желудка **нельзя** исключить роль механического воздействия дыхания на желудок. Однако, кроме механических факторов, в происхождении пикообразных сокращений желудка участвуют также рефлекторные механизмы.

Литература

1. КРАУКЛИС А.А. 1964. Саморегуляция высшей нервной деятельности. Изд.АН Латв.ССР, Рига.
2. КРАУКЛИС И.А. 1967. Динамика моторики и секреции желудка при реакции тревоги и напряжения. Изв.АН Латв.ССР, I, 98.
3. КРАУКЛИС И.А. 1968. Вегетативные компоненты реакции тревоги при ситуационных неврозах. Сб.: Вопросы биологии.
4. КРАУКЛИС И.А. 1968. Вегетативные компоненты реакции тревоги. Автореф.диссерт. Рига.

МЕТАЦЕРКАРИИ ТРЕМАТОД В ПРСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКАХ
ЛАТВИЙСКОЙ ССР
(Поступила 2 ноября 1968 г.)

Э.Р. ЛАНГЕ

Моллюски являются необходимым звеном в цикле развития трематод. Роль моллюсков как промежуточных хозяев особенно велика. Для некоторых видов трематод моллюски являются также дополнительными хозяевами - в них развиваются метацеркарии.

Фауна метацеркарий трематод в моллюсках изучена довольно слабо. Имеются сведения о метацеркариях, развивающихся в теле наземных (*Pojmanska* , 1959) и пресноводных моллюсков (Вергун, 1962, Суханова, 1958; Алишаускайте - Киселене, 1958; Гинецинская, 1959 и др.). В нашей республике изучены лишь метацеркарии трематод семейства *Echinostomatidae* (Feodorova, 1964).

Целью настоящей работы было изучить видовой состав метацеркарий трематод в теле пресноводных моллюсков из озер, рек, пойм, прудов и пастбищных водоемов Латвийской ССР.

Всего нами обнаружено 23 формы метацеркарий, принадлежащих к 9 семействам трематод. Однако в настоящем сообщении мы ограничимся описанием II форм (5 семейств) метацеркарий, доминирующих в обследованных моллюсках.

Наблюдения проводились над живыми и фиксированными в уксуснокислом кармине (*Singh* , 1955) метацеркариями. Оболочка цисты метацеркарий разрушалась механически - раздавливанием между стеклами или химически - растворением в растворе панкреатина (*Vogel, Talcao* , 1954).

Измерялись диаметр цист и у извлеченных из цист метацеркарий длина и ширина тела, также диаметр ротовой и брюшной присосок и глотки. У подвижных метацеркарий длина

тела измерялась в сокращенном и вытянутом состоянии. Размеры показаны в табл. I.

Сем. ECHINOSTOMATIDAE

Neocanthoparyphium echinatoides Odening, 1962.

Метацеркарии обнаружены в половых железах, гепато-панкреасе и мантии у моллюсков *Viviparus viviparus* и *V. contectus* из озер Бабитес, Рушону, рек Даугава, Лиелупе и пойм реки Лиелупе (рис. I).

В цистах метацеркарий хорошо виден воротничок с 4 парами больших, угловых шипов, размером 0,035-0,038 x 0,007-0,008 мм. Остальные шипы мелкие (0,012 x 0,003 мм). В растворе панкреатина данные метацеркарии при температуре 37°C выходят из цисты через 6 часов.

Строение тела метацеркарий *Neocanthoparyphium echinatoides* подробно описано К.Оденингом (Odening, 1962).

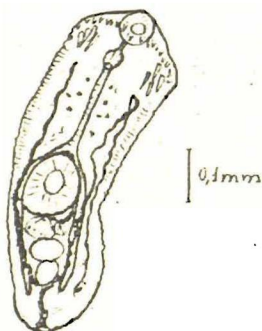


Рис. I. Метацеркария *Neocanthoparyphium echinatoides*.

Сем. BRACHYLAEMIDAE

Leucochloridiomorpha constantinae Müller, 1935.

Метацеркарии распространены в моллюсках *Viviparus contectus* и *V. viviparus* озер, рек, пойм, периодических водоем, прудов (рис. 2, а).

Размеры метациркий в мм

№ № п/п	Название метациркий	Длина тела	Ширина тела	Диаметр присосок		Размеры глотки	Диаметр цист	Живые (ж) или фиксиро- ванные (ф)
				ротовой	брюшной			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<i>Neoscanthoparyphium echinoides</i>	0,496-	0,160-	0,048-	0,104-	0,035x	0,208-	ж
		0,755	0,288	0,064	0,128	0,019	0,224	
		0,672-	0,224-	0,048	0,096	0,025x		ф
		0,720	0,240			0,030		
2.	<i>Leucochloridomorpha constantinae</i>	0,640-	0,400	0,120-	0,190-	0,070		ж
		0,900		0,144	0,240			
3.	<i>Asymphylogora markewitschi</i>	0,635	0,325	0,114-	0,122-	0,052x	0,252	ж
				0,122	0,130	0,070		
4.	<i>Asymphylogora</i> sp. I	0,272-	0,112-	0,064-	0,064-	0,056		ж
		0,480	0,172	0,080	0,096			
5.	<i>Asymphylogora</i> sp. III	0,256-	0,112-	0,080-	0,080-	0,032	0,240-	ж
		0,640	0,192	0,090	0,116		0,288	
		0,308-	0,160-	0,080-	0,080-	0,032		ф
		0,512	0,176	0,112	0,120			

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6. <i>Palaeorchis</i> sp.	0,560- 0,720	0,200	0,112	0,112	0,064x 0,048	0,288- 0,336	κ	
7. <i>Palaeorchis</i> sp. I	0,544- 0,800	0,192- 0,240	0,096- 0,096	0,090	0,054	0,240	κ	
8. <i>Palaeorchis</i> sp. II	0,480- 0,528 0,432- 0,650	0,144- 0,176 0,130- 0,144	0,090- 0,096 0,072- 0,077	0,096- 0,100 0,077- 0,096	0,035x 0,029 0,035x 0,024	0,240 0,240	κ Φ	
9. <i>Maritrema</i> sp.	0,162- 0,179	0,098	0,030- 0,032	0,022- 0,025	0,013	0,096	κ	
10. <i>Plagiorchis</i> sp. I	0,480- 0,800	0,160- 0,240	0,112- 0,128	0,160	0,064	0,240	κ	
11. <i>Metacercaria</i> v	0,140- 0,245 0,128- 0,210	0,052- 0,100 0,070- 0,080	0,028- 0,030 0,032- 0,035	0,028- 0,035 0,032- 0,035	0,014x 0,018 0,014x 0,018	0,096 0,096	κ Φ	

Метацеркарии, которые локализуются в гепатопанкреасе и половых железах, не инцистируются и отличаются крупными размерами. Тело имеет зелено-желтый оттенок, большая брюшная присоска желтого цвета расположена в каудальной части тела. Кутикула передней части тела вооружена мелкими шипиками.

Метацеркарии *Leucochloridiomorpha constantinae* описаны Л.Аллисоном (Allison, 1943).

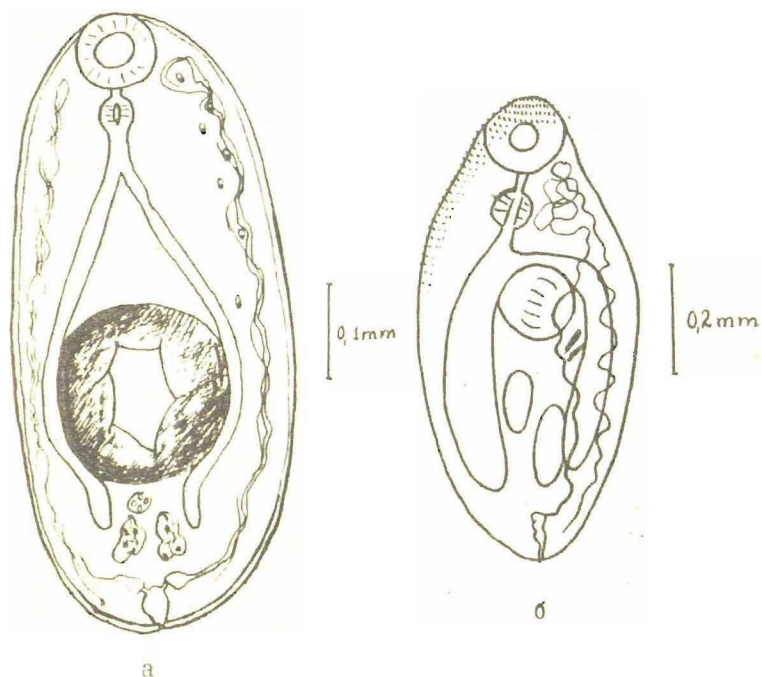


Рис.2. Метацеркарии *Leucochloridiomorpha constantinae* (а) и *Asymphylopora markewitschi* (б).

Сем. MONORCHIIDAE

Asymphylopora markewitschi Kulakovskaja, 1947.

Метацеркарии обнаружены нами лишь в моллюсках

Bithynia tentaculata из озера Буртниеку (рис.2,б).

Первые данные об этих метацеркариях приводятся в работе Г.И.Вергунной (1962), причем обнаружены ею в тех же видах моллюсков.

Asymphylodora sp. I
(*Asymphylodora imitans* Mahling, 1898)

Метацеркарии обнаружены в моллюсках *Planorbis planorbis* из озера Югла (рис.3,а).

Кутикула покрыта мелкими шипиками. Обе присоски одинаковой величины. Брюшная присоска находится в центре тела. Глотка большая, длина ее соответствует, приблизительно, длине пищевода, который разветвляется над глоткой. Ветви кишечника достигают начала небольшого узкого экскреторного пузырька. Между ветвями кишечника и брюшной присоски находятся зачатки половых желез (яичник и семенники).

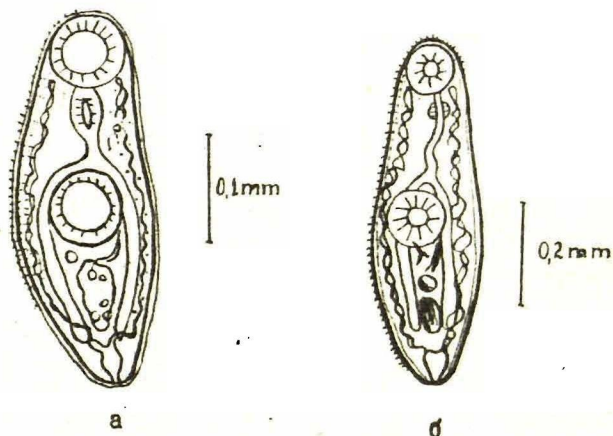


Рис.3. Метацеркарии *Asymphylodora* sp.I (а) и *Asymphylodora* sp.III (б).

Asymphylodora sp. III

Метацеркарии обнаружены в моллюсках *Sphaerium cornu* из реки Даугава (рис.3,б).

Кутикула всего тела метацеркарии покрыта мелкими шипиками. Глотка меньше чем у метацеркарии *Asymphylodora* sp. I, а пищевод длиннее. Пищевод разветвляется

над брюшной присоской, которая расположена в центре тела. Экскреторный пузырь у-образный. В боковой части тела видны многие извитые собирательные каналы.

Palaeorchis sp. I

(*Palaeorchis incognitus* Szidat, 1943)

Метацеркарии обнаружены в моллюсках *Vithynia tentaculata* из рек Лиелупе, Даугава, Вирцава и пойм реки Лиелупе (рис.4,а).

Метацеркарии заключены в крупные прозрачные цисты. В растворе панкреатина при комнатной температуре (18-20°) метацеркарии выходят из цисты через 12-16 часов.

Обе присоски одинакового размера. За брюшной присоской, расположенной в центре тела, находятся зачатки половых желез: двух семенников и одного яичника. Экскреторный пузырь узкий и длинный.

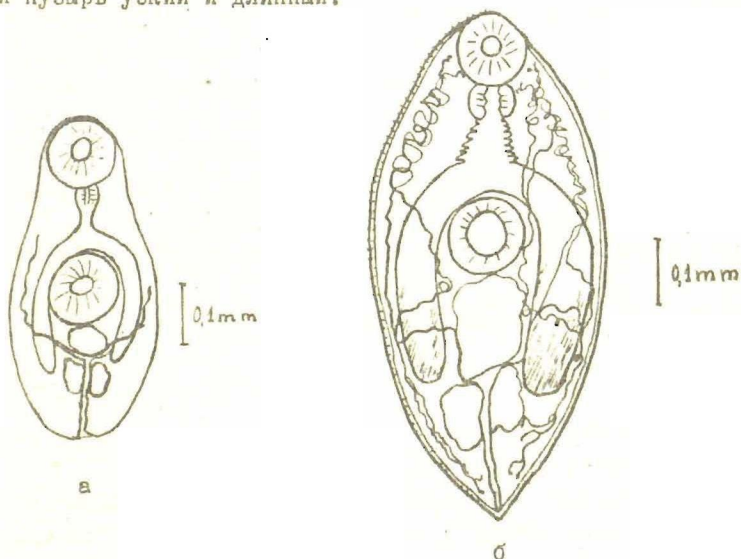


Рис.4. Метацеркарии *Palaeorchis* sp. (а) и *Palaeorchis* sp.I (б)

Palaeorchis sp. I

Метацеркарии обнаружены в моллюсках *Vithynia tentaculata* из реки Вирцава (рис.4,б). В растворе панкреатина при комнатной температуре метацеркарии выходят из цисты через 5 часов.

Метацеркарии очень подвижны. Кутикула покрыта мелкими шипиками. Брюшная присоска находится в передней части тела, по величине одинакова или **немного меньше** ротовой присоски. Надглотка короткая, глотка мощная, пищевод толстый, разветвляется над брюшной присоской. Ветви кишечника толстые, достигают начала тонкого и длинного экскреторного пузыря. Под брюшной присоской находятся зачатки яичника и двух семенников.

Palaeorchis sp. II

Метацеркарии обнаружены в моллюсках *Vithynia tentaculata* и *Pisidium ampicum* из реки Даугава (рис.5,а).

Цисты метацеркарий имеют тонкую оболочку. Брюшная присоска одинакового диаметра с ротовой и находится каудально за центром тела. Предглотка короткая, глотка мощная, пищевод длинный и тонкий, разветвляется на уровне брюшной присоски. Ветви кишечника тянутся до начала круглого экскреторного пузыря. Имеются зачатки половых желез.

Сем. MICROPHALLIDAE

Maritrema sp.

Метацеркарии в большом количестве обнаружены в моллюсках *Vithynia tentaculata* из реки Миса (рис.5,б).

Метацеркарии мелкие, цисты с толстой оболочкой, состоящей из трех слоев. В растворе панкреатина метацеркарии вылупливаются довольно быстро - через час (при 18-20°).

Тело метацеркарий уплощенное, грушевидной формы. Кутикула в передней части тела несет шипики. Брюшная при-

соска значительно меньше ротовой, расположена каудально за центром тела. Предглотка короткая, глотка шаровидная, пищевод тонкий, длинный, разветвляется, приблизительно в центре тела метацеркарий. Ветви кишечника короткие, достигают конца брюшной присоски. Экскреторный пузырь в отдельных случаях V-образный. Между брюшной присоской и ветвями кишечника находятся зачатки половых желез (яйчник, генитальная пора, семеприемник). Семенники не видны, прикрыты зачатками желточников.

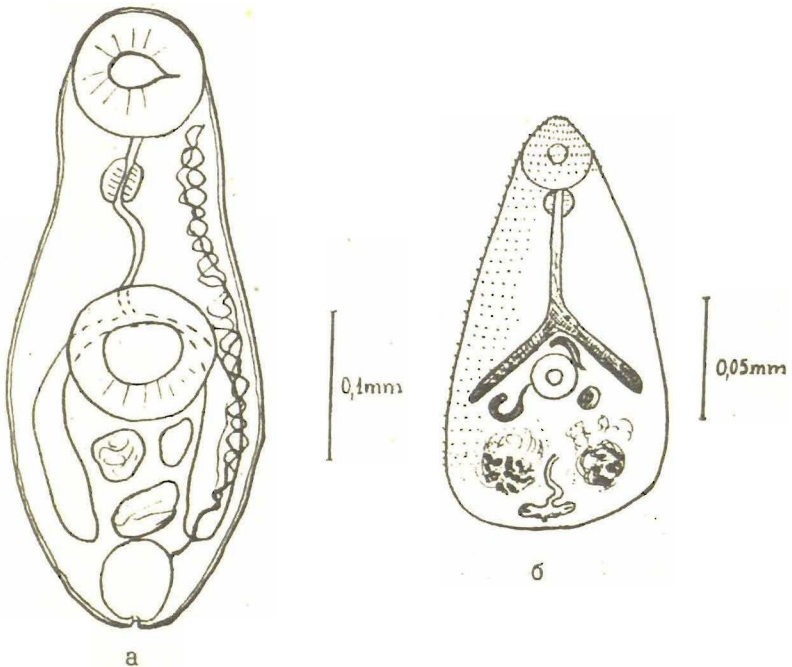


Рис.5. Метацеркарии *Palaeorchis* sp. II (а) и *Maritrema* sp. (б).

Сем. **PLAGIORCHIIDAE**

Plagiorchis sp. I

Метацеркарии обнаружены в моллюсках *Bithynia tentaculata* реки Миса (рис.6,а).

Метацеркарии большие, подвижные. Кутикула передней части тела метацеркарий вооружена шипиками. Брюшная присоска больше ротовой и расположена за центром тела - каудально. Предглотка малая, глотка мощная, пищевод длинный, извитой, разветвляется над брюшной присоской. Ветви кишечника тянутся до начала V-образного экскреторного пузыря. Имеются зачатки половых желез. По некоторым признакам - как, например, форма экскреторного пузыря, расположение семенников, метацеркарии принадлежат к роду *Plagiorchis* (Штейн, 1958).

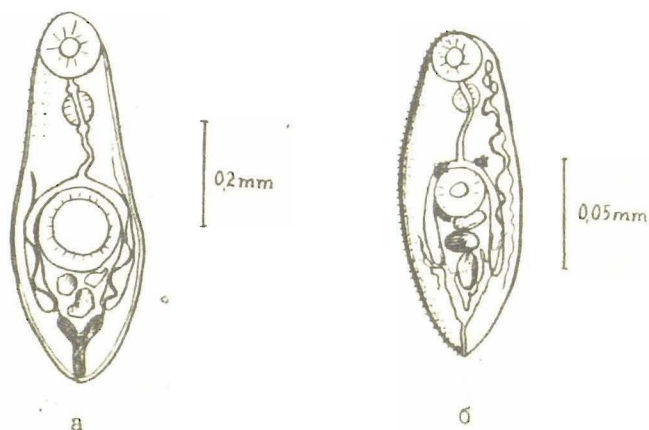


Рис.6. Метацеркарии *Plagiorchis* sp.I (а) и *Metacercaria* V (б).

Метацеркария с неясным систематическим положением
Metacercaria V

Метацеркарии в большом количестве обнаружены в мантии и гепатопанкреасе моллюсков *Vithynia tentaculata* из оз.Бабитес (рис.6,б).

Метацеркарии очень мелкие, заключены в шаровидные толстостенные цисты. У метацеркарии в цистах хорошо виден экскреторный пузырь.

Кутикула тела метацеркарий несет довольно большие шипики. Глотка большая, пищевод тонкий, разветвляется непосредственно впереди брюшной присоски, которая расположена в центре тела. Экскреторный пузырь большой, уобразный. Имеются зачатки половых желез.

Литература

- АЛИШАУСКАЙТЕ-КИСЕЛЕНЕ В. 1958. Фауна личинок эхиностоматид в пресноводных моллюсках Литовской ССР. *Acta Parasitol. Lith.*, 3, 29-42.
- ВЕРГУН Г.И. 1962. Моллюски реки Северный Донец как дополнительные хозяева трематод. *Зоол. журн.* Т.41, вып.4, 519-527.
- ГИНЕЦИНСКАЯ Т.А. 1959. К фауне церкарий моллюсков Рыбинского водохранилища. I. Систематический обзор церкарий. *Экол. параз.* ЛГУ, 96-149.
- СУХАНОВА К.М. 1958. Материалы к фауне личинок и партенит дигенетических сосальщиков реки Оредеж и Вирицкого водохранилища. *Уч. зап. Лен. гос. пед. ин-та им. Герцена*, Т.143, 167-216.
- ШТЕЙН Г.А. 1958. Материалы по паразитологии некоторых озер Карелии. II. Дигенетические сосальщики (*Trematodes*). Метацеркарии. *Уч. зап. Петрозав. ун-та*, Т.8, вып.3, 120-139.
- ALLISON L. 1943. *Leucochloridiomorpha constantinae* Mal-ler (Brachylaemidae), its life cycle and taxonomic relationships among digenetic trematodes. *Trans. Amer. Micr. Soc.*, vol. 62, Nr.2, 127-168.
- FEDOROVA E. 1964. Gliemeži - ūdensputnu ehinostomatīdu starpsaimnieki un papildsaimnieki Latvijas PSR. *LPSR ZA Vēstis*, Nr.2, 55-59.

- ODENING K. 1962. Bemerkungen zum Exkretionsystem dreier echinostomes Cercarien sowie zur Identität der Gattung *Neocanthoparyphium Yamaguti* und *Allopetasiger Yamaguti* (Trematode, Echinostomatidae) Z.f. Parasitkunde, 21, Nr.6, 521-534.
- POJMANSKA T. 1959. *Metacercaria* of some *Brachylaemidae* (Trematoda) in land snails of the Bialowieza National park. Acta Parasitol. Polon, 7.
- SINGH K.S. 1955. A new method for the study of cercariae. Cur.Sci. vol. 24, Nr.1, 21.
- VOGEL H., TALCAO J. 1954. Über den Lebenszyklus des Lanzetegels *Dicrocoelium dendriticum* in Deutschland. Z. Tropenmed. und Parasitol., Bd. 5, 3.

ФАУНА МЕТАЦЕРКАРИЙ В ВОДНЫХ ЛИЧИНКАХ НАСЕКОМЫХ

(Поступила 24 октября 1968 г.)

Э.Р.ЛАНГЕ

Личинки насекомых являются вторым промежуточным хозяином многих видов трематод.

Роль разных личинок насекомых и имаго в распространении трематод изучена Эдуном В.И. (1957) в западных областях Украины. Фаунистический состав водных насекомых озер Карелии описывает Штейн Г.А. (1958), водоемов Германии - Оденинг (Odening, 1957, 1959).

В работах многих авторов описание метацеркарий ведется в связи с изучением цикла развития трематод (Синицын, 1905, Strenzke, 1952; Паскальская, 1954; Гинецинская, 1959; Boddeke, 1960; Grabda, 1960; Williams, 1964; Velazquez, 1964; Джавелидзе, 1964).

В нашей республике фауна метацеркарий в личинках насекомых специально не исследовалась, в результате чего полностью отсутствуют какие-либо данные по изучаемому вопросу.

Следует отметить, что полный цикл развития и состав промежуточных хозяев многих трематод пока не известен. Изучение фауны личиночных форм трематод в некоторой мере восполнит этот пробел.

Настоящая статья посвящена изучению метацеркарий, паразитирующих в личинках насекомых в природных условиях и в случаях заражения последних экспериментальным путем.

Материал и методика

Материал собран в 1956 и 1963 годах в пойме реки Лиелупе у города Елгавы и в озере Буртниеку. В работе использовано 503 личинки насекомых, принадлежащих к 6 отрядам и 23 родам. У 262 личинок изучена степень заражения метацеркариями в природных условиях. Остальные личинки насекомых использованы для экспериментального заражения их церкариями.

Цисты в личинках насекомых определялись под микроскопом при увеличении в 80 раз, детально изучались при увеличении в 400-900 раз. Измерение цист производилось на свежем материале. Выходение метацеркарий из цисты стимулировалось раствором панкреатина (Vogel, Talcao, 1954) в который предварительно помещались цисты. После вылупления живые метацеркарии измерялись и фиксировались в уксуснокислом кармине (Singh, 1955). Фиксированные препараты включались в глицеринжелатин.

Экспериментальное заражение личинок насекомых производилось в чашках Петри, наполненных водой с церкариями, вышедшими из моллюсков.

Поведение церкарий и внедрение их в тело второго промежуточного хозяина наблюдались под бинокулярным микроскопом.

Церкарии оставались вместе с личинками насекомых 5-30 мин., в зависимости от количества церкарий. Затем личинки перебрасывались в чистую воду и через разные интервалы времени (1, 2, 4, 8, 12, 24 часов и несколько дней) вскрывались. Определялось число метацеркарий, их систематическая принадлежность и структура.

Результаты

В исследованных нами естественно инвазированных водных личинках насекомых обнаружено 6 видов метацеркарий. Зараженность личинок в среднем достигает 6,8%.

Наиболее зараженными оказались личинки стрекоз. В них найдено 4 вида метацеркарий (табл. I). В личинках *Aeschna* sp. - обнаружены метацеркарии сем. *Iecithodendriidae* - *Plerogonoides mediana* и сем. *Plagiorchidae* - *Metacercaria* I

Личинки *Scoenagrion* sp., *Libellula* sp. и *Cordulia* sp. являются вторым промежуточным хозяином трематод сем. *Prosthogonimidae* и таким образом способствуют распространению простогонимозы.

Из отряда *Coleoptera* в природных условиях заража-

Таблица I

Исследованные личинки насекомых и найденные метацеркарии

№ /П	Личинки насекомых	КОЛИЧЕСТВО			ВИДЫ личинки трематод
		обсле- дован- ных ЭКЗ.	заражен- ных экз.	экспе- рим. за- ражен- ных экз.	
1.	<i>Limnophilus rhombicus</i>	7	-	9	<i>Dolichosac- cus rastel- lus</i>
2.	<i>Phryganea sp.</i>	6	-	5	
3.	<i>Ephemera vulgata</i>	10	-	40	<i>Dolichosac- cus rastel- lus</i> <i>Haemoloma</i> <i>cyllindraceae</i> <i>Cercaria</i> <i>stylosa</i> <i>Xiphidioar- matae I</i>
4.	<i>Cloen sp.</i>	10	-	27	<i>Dolichosac- cus rastel- lus</i>
5.	<i>Leptophlebia sp.</i>	10	-	38	
6.	<i>Agrion sp.</i>	10	-	20	<i>Xiphidioar- matae I</i> <i>Xiphidio- microcoty- lae III</i>
7.	<i>Coenagrion sp.</i>	28	-	17	<i>Cercaria</i> <i>planorbis</i> <i>cornei</i> <i>Cercaria</i> <i>stylosa</i> x) <i>Prostho- gonimus</i> <i>sp.</i>
8.	<i>Lestes sp.</i>	10	-	7	
9.	<i>Aeschna sp.</i>	10	3	28	<i>Cercaria</i> <i>stylosa</i> <i>Xiphidio- armatae I</i> x) <i>Pleuroge- noides</i> <i>medians</i> x) <i>Metacer- caria I</i>

10. Libellula sp.	35	7	-	x) Prosthogonimus sp.
11. Cordulia sp.	27	1	-	x) Metacercaria II
12. Aedes sp.	6	-	5	
13. Culex sp.	10	-	8	
14. Tendipedidae sp.	10	-	15	
15. Hydrophilus sp.	10	2	10	x) Xiphidioarmatae I Xiphidioarmatae I
16. Dytiscus marginalis	10	1	12	x) Xiphidioarmatae I
17. Sialis lutaria	10	-	-	
18. Leptocerus sp.	8	-	-	
19. Sympetrum sp.	8	-	-	
20. Corethra sp.	10	-	-	
21. Stratiomyia sp.	10	v	-	
22. Donacia sp.	7	-	-	

Примечание: x) обозначает естественно инвазированные личинки

ются метацеркариями стилетных церкарий (*Xiphidioarmatae* I) личинки *Hydrophilus* sp. и *Dytiscus marginalis*.

В остальных личинках инцистированные церкарии не обнаружены.

В эксперименте с личинками насекомых удалось заразить их шестью видами церкарий.

Церкарии, использованные в наших опытах, отыскивают личинки насекомых и сами внедряются в них. В результате проникновения церкарий в личинках насекомых последние некоторое время теряют способность к движению. По мнению Ротшилда / Rotschild, 1960 /, проникшие в организм личинок насекомых, церкарии изменяют физиологическое состояние хозяина, действуя на их центральную нервную систему и вызывая паралич. Таким образом, зараженные неподвижные личинки становятся пищевым объектом разных животных.

Внедрение и передвижение церкарий в теле второго промежуточного хозяина обусловлено секретом желез проникновения, который содержит гиалуронидазу (Гинецинская, 1950) или секретом особого грушевидного органа - *virgula* у церкарий сем. *Lecithodendriidae* (Kruidenier, 1947; Hall, Groves, 1961).

При проникновении в тело хозяина у церкарий отбрасывается хвост. В начале церкарии быстро двигаются по тканям хозяина, потом успокаиваются, остаются на месте и начинают инцистироваться, образуя тонкую оболочку из цистогенных клеток.

Церкарии обычно инцистируются в определенном месте, например, в члениках брюшка и груди, в жаберных выростах.

Описание метацеркарий

Семейство PLAGIORCHNIIDAE

Dolichosaccus rastellus Olsson

Метацеркарии получены путем экспериментального заражения личинок *Cloen* sp., *Ephemera vulgata* и *Limnophilus rhombicus* церкариями из моллюсков *Radix ovata* (табл. I).

Во всех без исключения экземплярах у личинок насекомых были найдены 10-15 штук цист в грудной и брюшной части тела.

Цисты в возрасте одного часа овальные, размеры 0,77 x 0,144 мм, с тонкой оболочкой (рис. I а). В цистах хорошо видны большие жировые капли, диаметром 0,0096-0,0159 мм. Метацеркарии в цистах очень подвижны.

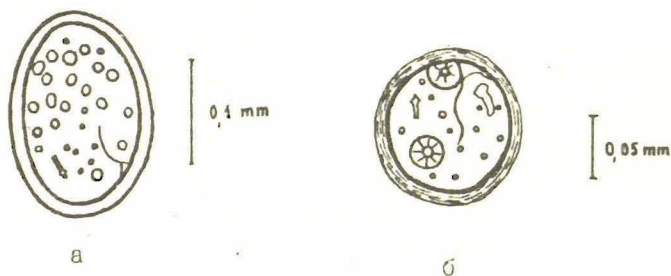


Рис. I Метацеркарии *Dolichosaccus rastellus* (а)
и *Naplometra cylindraceae* (б)

Через 12 часов у цист образуется плотная оболочка из соединительной ткани, толщиной 0,0072-0,0080 мм. Стиллет отбрасывается. Длина стиллета 0,035-0,038 мм, ширина у основания - 0,007 мм.

Дефинитивным хозяином являются земноводные. Взрослые трематоды зарегистрированы в нашей республике.

По литературным данным церкарии инцистируются в личинках *Phryganea* (Lohr, 1909), *Asellus aquaticus*, *Sialis* sp. (Wisniewski, 1958), *Anabolia* sp. (Odening, 1957).

Limnophilus rhombicus является новым вторым промежуточным хозяином.

Naplometra cylindraceae Zeder

Метацеркарии найдены при экспериментальном заражении личинок *Ephemera vulgata* церкариями из моллюсков *Radix ovata*.

Цисты овальные, размеры 0,178-0,140 x 0,112 мм (рис. 1 б). У цист через два часа после инцистирования образуется плотная соединительная оболочка. В цистах видны обе присоски, экскреторный пузырь и мелкие рефракционные гранулы. Железы проникновения не видны. Стилет отдален. Его длина - 0,032 мм, ширина у основания - 0,006 мм. Наиболее широкое место 0,008 мм находится 0,007 мм от конца.

Дефинитивный хозяин земноводные.

Трематоды зарегистрированы в нашей республике.

Цисты обнаружены в *Ilibius* sp. (Ishе, 1909),
Corethra sp. (Odening, 1959).

Ephemera vulgata является новым вторым промежуточным хозяином.

Cercaria stylosa Linstow

Метацеркарии получены путем заражения личинок *Ephemera* sp., *Coenagrion* sp. и *Aeschna* sp. церкариями из моллюсков *Limnaea stagnalis*.

Цисты овальные - 0,160 x 0,100 мм, с тонкой оболочкой. В цистах через 2-3 дня после инцистирования хорошо видно экскреторный пузырь с темными гранулами, присоски, глотка, удаленный стилет (рис. 2 в). Длина стилета - 0,032 мм, ширина у основания - 0,008 мм, наиболее широкое место - 0,009 мм находится 0,0085 мм от конца (рис. 2 а).

Тело извлеченной из цисты метацеркарий малоподвижное. Длина тела 0,195-0,272 мм, ширина 0,056-0,080 мм, диаметр ротовой присоски 0,048-0,064, брюшной - 0,034-0,048 мм (рис. 2 в₁).

Метацеркария покрыта шипиками. Из пищеварительной системы видны предглотка и глотка.

Экскреторный пузырь двухлопастной с темным содержимым.

Так как по мнению некоторых авторов *Cercaria stylosa* является сборным видом (Здун, 1962), добавлены описание и размеры изученной церкарии и спороцисты.

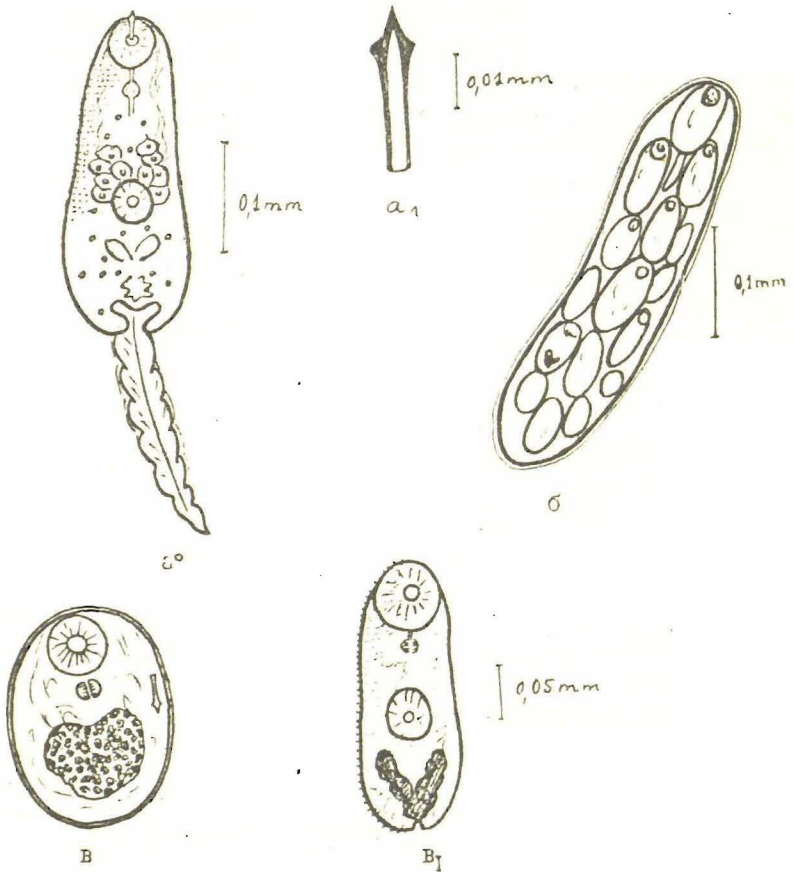


Рис.2. *Cercaria styloza* (а), стилет (а_I), спорциста (б), циста (в), извлеченная из цисты метацеркария (в_I).

Церкарии (рис. 2 а) средней величины, длина тела 0,200 - 0,300 мм, ширина - 0,040 - 0,130 мм, длина хвоста - 0,090 - 0,200 мм, ширина хвоста у основания 0,022 мм, диаметр ротовой присоски - 0,030 мм, брюшной - 0,032 мм.

Кутикула вооружена мелкими шипиками. У основания хвоста шипиков нет. Из пищеварительной системы видны предглотка, глотка и короткий пищевод. Остальную часть пищеварительного тракта покрывают железы проникновения 5 пар и цистогенные клетки с мелкозернистой структурой. В теле разбросаны небольшие жировые капли. Экскреторный пузырь образный. Хвостовой выделительный канал открывается в конце хвоста.

Церкарии развиваются в колбасовидных спороцистах 0,800 мм длиной и 0,200 мм шириной, с оранжевой каймой (рис. 2 б). Спороцисты тесно наполнены церкариями и их зачатками. Одновременно в спороцисте развивается 4-5 зрелых церкарий.

Вторым промежуточным хозяином служат так же личинки стрекоз *Agrion* sp. (Здун, 1961).

Metacercaria I

Метацеркарии были обнаружены нами у личинок стрекоз *Aeschna* sp. (из 10 экз. заражены 2).

Цисты овальные, длиной 0,304-0,320 мм, шириной 0,288 мм (рис. 3 а), имеют две оболочки: внешнюю - плотную соединительнотканную и внутреннюю - тонкую.

Метацеркарии быстро вылупляются из цист в растворе панкреатина. Тело извлеченной из цисты метацеркарии почти овально (рис. 3 б), имеет 0,240-0,256 мм длины и 0,176 - 0,208 мм ширины. Брюшная присоска (диаметром 0,064-0,076 мм) крупнее ротовой (диаметром 0,051-0,070 мм). Экскреторный пузырь темный, двухлопастовидный. Кутикула несет крупные шипики. Пищеварительная система не видна.

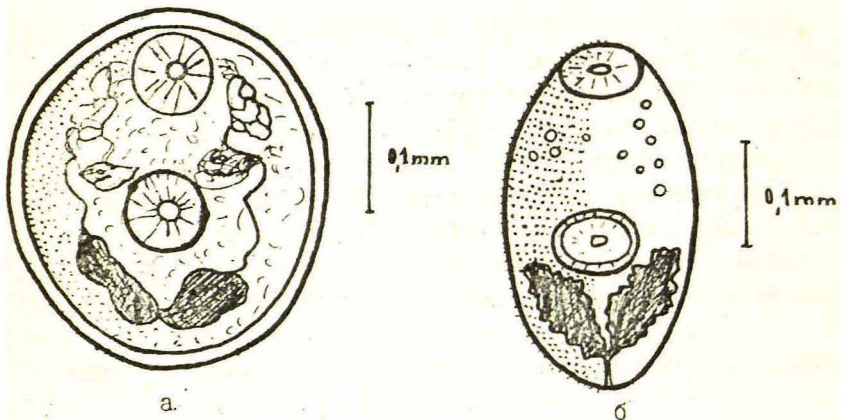


Рис.3. Циста *Metacercaria* I из *Aeschna* sp. (а) и извлеченная из цисты метацеркария (б).

Сем. LECITHODENDRIIDAE ODHNER

Pleurogenoides medians Olsson

Метацеркарии 2 экз. были обнаружены нами у личинок *Aeschna* sp. в члениках брюшка (из 10 экз. заражен I).

Цисты овальные, длина 0,190–0,230 мм, ширина 0,150–0,195 мм (рис. 4). В цистах видны обе присоски, глотка, стилет, 2 пары желез проникновения и экскреторный пузырь у-образный. Стилет 0,028 мм длиной, 0,008 мм шириной без расширения в верхней части.

По своему размеру и строению эти метацеркарии соответствуют метацеркариям, описанным Нейгаусом (Neuhauss, 1940) в тканях личинок *Trichoptera* sp. Вторым промежуточным хозяином служат для них ряд водных беспозвоночных –

Aeschna sp., *Libellula* sp., *Agrion* sp. *Chironomida* sp.,
Gammarus sp. (Neuhaus, 1940), *Corduliinae* подсем.
(Odening, 1957).

Дефинитивными хозяевами являются земноводные. Половозрелые формы *Pleurogenoides medians* зарегистрированы в Латвийской ССР в лягушках (Виксне, 1959).

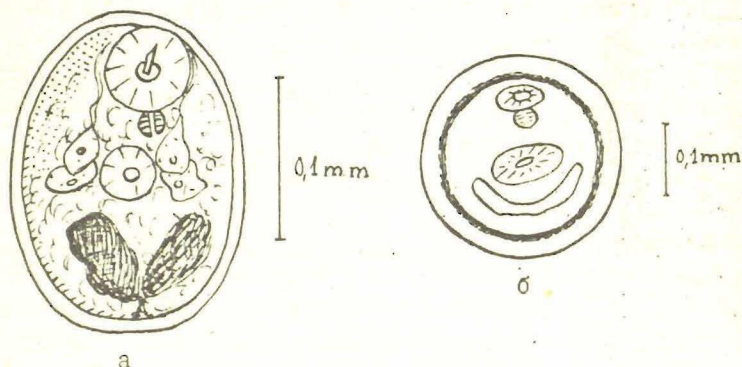


Рис.4. Цисты *Pleurogenoides medians* из личинок *Aeschna* sp. (а) и *Prosthogonimus* sp. (б) из личинок *Libellula* sp.

Сем. PROSTHOGONIMIDAE

Prosthogonimus sp.

Метацеркарии обнаружены в личинках *Libellula* sp. (из 35 экз. заражены 7). В члениках брюшка и груди найдены до 10 цист.

Цисты округлые, диаметром 0,224-0,355 мм, с толстой оболочкой, толщиной 0,016-0,040 мм, состоящие из нескольких слоев (рис. 4 б). Размеры брюшной присоски 0,140 x 0,075 мм, крупнее ротовой, размеры 0,094 x 0,079 мм. В цистах хорошо виден экскреторный пузырь.

Метацеркарии с неясным систематическим положением

Cercaria planorbis cornei Skwartzov

В лабораторных условиях церкарии из моллюсков *Coretus corneus* проникают в организм личинок *Coenagrion* sp.

Только что образовавшаяся циста имеет длину 0,115 - 0,130 мм, ширину 0,096-0,112 (рис.5). Оболочка тонкая. У двенадцатичасовых цист образуется наиболее толстая соединительнотканная оболочка. В цистах видны железы проникновения, присоски, экскреторный пузырь и стилет 0,028-0,035 мм длиной и 0,006 мм шириной у основания с расширением - 0,008 мм в верхней трети.

По Котовой Е.И. (1939) церкарии инцистируются в *Assellus aquaticus* и в личинках *Clon* sp., *Hydrophilus* sp., *Ilybius* sp.

Coenagrion sp. является новым вторым промежуточным хозяином.

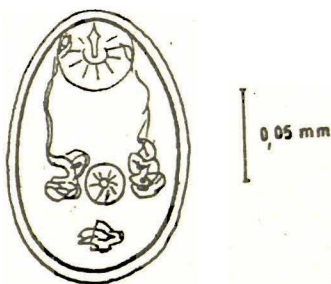


Рис.5 Циста *Cercaria planorbis cornei* из личинок *Coenagrion* sp.

Xiphidioarmatae I

Метацеркарии 3-5 экз. были выделены из естественно инвазированных личинок *Hydrophilus* sp. (из 10 экз. заражены 2) и *Dytiscus marginalis* (из 10 экз. заражен 1).

Кроме того, цисты получены путем экспериментального заражения личинок *Agrion* sp., *Hydrophilus* sp. и *Ephemera vulgata* церкариями *Xiphidiozermatae* I из моллюсков *Coretus corneus*.

Цисты овальные, размеры 0,144-0,162 x 0,128 мм. В цистах через 12 часов после инцистирования видны присоски, железы проникновения и удаленный стилет. В цистах старшего возраста железы проникновения не видны.

Метацеркарии вылупляются из цист во время 5-24 часов при 18-20°C.

Извлеченные из цист метацеркарии имеют 0,288-0,400 мм длины, 0,064-0,072 мм ширины. Кутикула покрыта шипиками (рис. 6 в). Брюшная присоска - диаметр 0,038 мм, меньше ротовой - диаметр 0,065 мм и располагается во второй половине тела. Предглотка короткая, глотка имеет 0,018 мм в диаметре. Пищевод разветвляется в середине между глоткой и брюшной присоской. Ветви кишечника наполнены темным содержимым, достигают заднего конца тела, Экскреторный пузырь у-образный с длинным стеблем и короткими ветвями. Под брюшной присоской находятся зачатки половых желез.

Церкарии не идентифицированы, поэтому даем их описание. Церкарии развиваются в удлинённых оранжевых спороцистах длиной 0,800-1,200 мм, шириной 0,160-0,240 мм (рис. 6 б). Одновременно в спороцисте развиваются 4-7 зрелых церкарий и 8-12 зародковых шаров.

Церкарии средней величины. Длина тела 0,160-0,315 мм, ширина 0,102-0,175 мм, длина хвоста 0,80-0,315 мм, ширина 0,020-0,040 мм, диаметр ротовой присоски 0,067-0,080 мм, брюшной 0,040-0,057 мм. Кутикула несет мелкие шипики (рис. 6 а). В каудальной части тела у основания хвоста находятся два ряда наиболее длинных шипика. Тело имеет 1 пару чувствительных волосков. У брюшной присоски находятся 6 пар желез проникновения. Протоплазма 4 верхних пар грубозернистая, остальных 2 - мелкозернистая. Железистые клетки хорошо видны в подкрашенном препарате. Тело наполнено цистогенными клетками. Экскреторный пузырь у-образ-

ный. Экскреторная формула $2(3+3+3) + (3+3+3) = 36$.

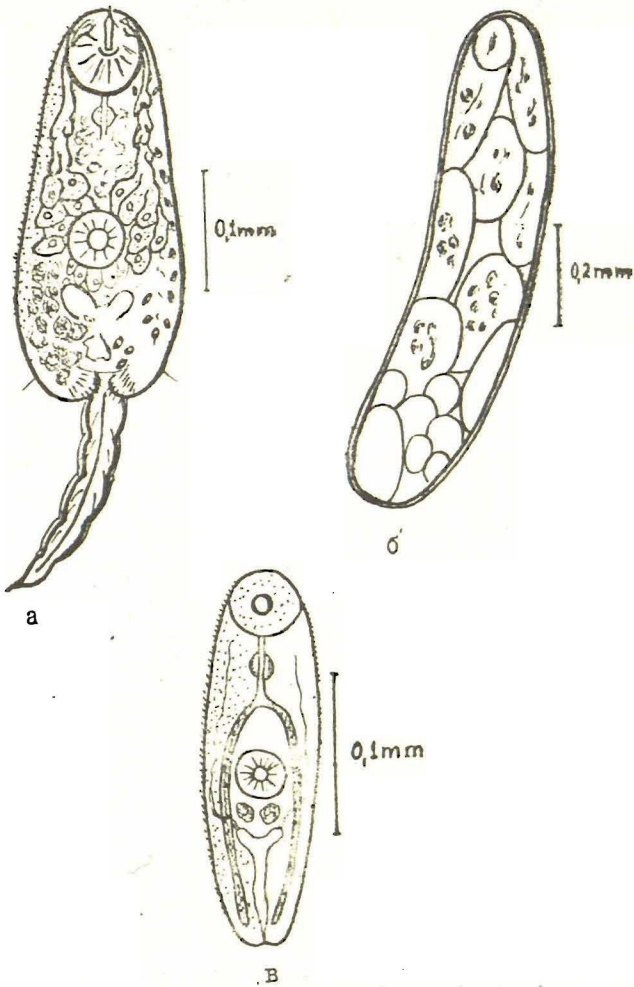


Рис.6. Xiphidioargmatae I церкария (а), спороциста (б), извлеченная из цисты метациркария (в).

Стилет 0,032-0,035 мм длиной, с расширением 0,0105 мм от конца. Его ширина у основания 0,007 мм.

Xiphidiomicrocotylae III

Метацеркарии получены при экспериментальном заражении личинок *Agrion* sp. церкариями *Xiphidiomicrocotylae* III из моллюсков *Viviparus contectus*.

Тело церкарии мелкое, 0,102-0,144 мм длиной, 0,064-0,080 мм шириной. Длина хвоста имеет 0,096-0,208 мм, ширина 0,016-0,024 мм, диаметр ротовой присоски 0,032-0,035 мм, брюшной - 0,016 мм. Кутикула в передней части тела несет шипики (рис. 7 а). Желез проникновения 4 пары. Протоплазма 3 пар желез грубо зернистая, последней - однородная. В ротовой присоске под стилетом находится I пара железистых клеток. Стиллет большой, длина 0,020 мм с расширенным основанием (ширина 0,005 мм). Экскреторный пузырь почковидный.

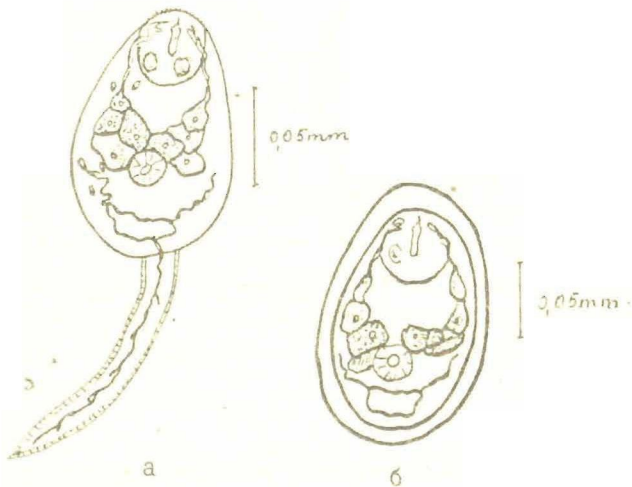


Рис. 7. *Xiphidiomicrocotylae* III церкария (а) и циста (б).

Церкарии развиваются в небольших светлых спороцистах 0,160-0,250 мм длиной, 0,112-0,190 мм шириной. Одновременно в спороцисте развивается 1-2 церкарии.

Только что образовавшаяся циста имеет размеры 0,100 - 0,120 x 0,080-0,100 мм (рис.7 б).

Metacercaria II

Метацеркарии 4 экз. найдены в личинках *Cordulia* sp. (из 27 экз. заражен I).

Цисты овальные: 0,145-0,160 мм длиной, 0,115-0,128 мм шириной, покрыты двумя оболочками (рис. 8). В цистах видны: экскреторный пузырь, отдаленный стилет, железы проникновения с выделительными каналами и присоски. Размеры стилета в мм: длина 0,018-0,020 мм; ширина у основания 0,004 мм с небольшим расширением в верхней части.

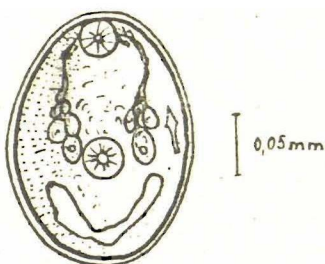


Рис.8. *Metacercaria* II циста из личинок *Cordulia* sp.

Выводы

I. В обследованных личинках насекомых в природных условиях обнаружены метацеркарии трематод 5 видов. Наибольшее количество видов метацеркарий - 4 вида из сем. Plagiorchiidae, Lecithodendriidae, Prosthogonimidae - найдены в личинках стрекоз *Coenagrion* sp., *Aeschna* sp., *Libellula* sp. и *Cordulia* sp. В личинках *Hydrophilus* sp. и *Dytiscus* sp. найден I вид метацеркарий из групп стилетных церкарий.

2. Опасные для птиц трематоды *Prosthogonimus* sp. найдены в личинках *Coenagrion* sp., *Libellula* sp. и *Cordulia* sp.

3. В результате экспериментального заражения личинок насекомых церкариями удалось получить 6 форм метацеркарий: 3 формы из сем. *Plagiorchidae*, I форма из сем. *Lecithodendriidae*. У двух форм метацеркарий систематическое положение неясно.

4. Экспериментальным путем найдены новые вторые промежуточные хозяева у трематоды *Harplometra cylindraca* - личинки *Ephemera vulgata*, у *Cercaria planorbis cornet* - личинки *Coenagrion* sp., у *Dolichosaccus rastellus* - личинки *Limnophilus rhombicus*.

Литература

- ВИКСНЕ В.А., 1959. Трематоды и акантоцефалы амфибий Латвийской ССР. Фауна Латв. ССР, т.2, АН ЛССР, Рига, 283 - 288
- ГИНЕЦИНСКАЯ Т.А. 1959. К фауне церкарий моллюсков Рыбинского водохранилища. I Систематический обзор церкарий. В сб. Экол. паразитол. ЛГУ, 96-149.
- ЖДАВЕЛИДЗЕ Г.И. 1964. Результаты изучения цикла развития *Opisthioglyphe ranae* (Fröhlich). Сообщ. АН Груз. ССР, т.34, I, 159-165
- ЗДУН В.И. 1961. Личинки трематод в пресноводных моллюсках. Украины. АН УССР.
- ЗДУН В.И. 1962. Личинки трематод в пресноводных моллюсках. Украинской ССР. Автореф., Киев.
- КОТОВА Е.И. 1939. Фауна личиночных форм трематод р.Клязьмы. Зап. Больш.биол.станции, т.П, в. II, 75-101.
- ПАСКАЛЬСКАЯ М.Ю. 1954. Изучение цикла развития трематоды *Plagiorchis arcuatus* Strom. паразитирующей в яйцеводе и фабрицевой сумке у кур. ДАН ССР, Т.Х, № 3. 561-563.

- СИННИЦЫН Д.Ф. 1905. Материалы по естественной истории трематод. Дистомы рыб и лягушек окрестностей Варшавы.
- ШТЕЙН Г.А. 1960. Материалы по паразитологии бентических членистоногих некоторых озер Карелии. Автореф.
- FOODKE R., 1960. The life history of *Prosthogomimus ova-tus* Rudolphi. II The intermediate hosts. Trop. and geographical med., vol. 12., Nr.4, 363-377.
- GRABDA-KAZUBSKA B. 1963. The life cycle of *Metaleptophallus gracillimus* (Lahe, 1909) and some observations on the biology and morphology of developmental stages of *Leptophallus nigrovenosus* (Bellingham, 1844). Acta Paras. Polon., vol XI, fasc. 25, 349-370.
- HALL J.E., GROVES A.E. 1961. Studies virgulate cercariae from *Nitocris dilatatus* Conrad and their entry into Arthropod second intermediate hosts. J.Parasitol., vol 47, Nr.4, Sec. 2, 41-42.
- KRUIDENIER F.J. 1947. What is a virgula in virgulate cercariae. J.Parasitol., 33, 6, 2(Suppl.), 12 - 13.
- LÖHE M. 1909. Parasitische Plattwürmer. Trematodes in Süsswasserfauna Deutschlands, Jena, Nr, 17.
- NEUHAUS W. 1940. Entwicklung und Biologie von *Pleurogenes medians* Olss. Zool. Jahrbücher für Syst., Ökol., 74., Hf. 3, 207-242.
- ODENING K. 1957. Die Helminthenfauna ostthüringer *Rana esculenta* L. Zbl. Bakter., Parasitenk., Infektionskr. und Hyg. Abt. 1., Orig., Bd. 169, H 3/4, 288-304.
- ODENING K. 1959. Plathelminthenlarven aus ostthüringischen Wasserarthropoden. Zbl. Bakteriologie, Parasitenk., Infect. un Hyg. Abt. 1. Orig., Bd.175, H 5/6, 445-475.
- ROTSCHILD M., 1962. Changes in behaviour in the intermediate hosts of trematodes. Nature, 193, 4822, 1312-1313.
- SINGH R.S. 1955. A new method for the study of cercariae. Current Sci, 24, Nr.1, 21.

- STRENZKE K. 1952. Der Wirtswechsel von *Plagiorchis maculosus*. Z.f. Parasitenk. Bd.,15, 369-391.
- VELASQUEZ C.C., 1964. Observations on the life history of *Plagiorchis dilimanensis* sp. n. J.Parasitol. vol. 50, Nr.4, 557-563.
- VOGEL H., TALCAO J. 1954. Über den Lebenszyklus des Lanzettegels *Dicrocoelium dendriticum* in Deutschland. Z.Tropenmed. und Parasitol., 5, Nr.3, 275-296.
- WIESNIEWSKI W.L. 1958. Characterisations of the Parasitofauna of an eutrophic lake. Acta Parasitol. Polon. VI, fasc. 1., 1-61.
- WILLIAMS R.R., 1964. Life Cycle of *Plagiorchis noblei* Park, 1936. J.Parasitol., vol. 50., Nr.3, Sec.2 (Suppl.) 29.

ДАННЫЕ О ПИТАНИИ ОКУНЯ В ПЛЯВИНЬСКОМ
ВОДОХРАНИЛИЩЕ В ПЕРИОД ЕГО СТАНОВЛЕНИЯ
(Поступила 30 ноября 1968 г.)

В.М. БОДНЕК

Материал по питанию окуня собирался в верховье Плявиньского водохранилища от места впадения реки Айвиексте в реку Даугаву и до Плявиньской средней школы, в 1966 и 1967 годах. Следует отметить, что 1966 год в этом районе водохранилища характеризовался еще речным режимом, а в 1967 году вода уже годнялась до предусмотренного для водохранилища уровня.

Длина водохранилища 60 км, ширина в средней части 100-200 м, у г. Стучки - 1-2,5 км, наибольшая глубина достигает 47 м, средняя глубина - 16 м^х). По данным БАЛТНИИРХ, в районах Кокнесе и Стучки Плявиньского водохранилища выражена температурная стратификация воды, слой скачка располагается на глубинах от 5 до 10 метров, разница температур между поверхностными и глубинными слоями достигает 5°С. Активная реакция воды слегка щелочная, насыщенность кислородом вполне достаточная и в пелагиали составляет около 78,0%, в литорали - 75,0%. Скорость течения воды в водохранилище небольшая, но колебания уровня воды значительные и по данным Плявиньской ГЭС достигают 4,5 м.

Гидрологический режим воды в 1966 и в 1967 годах несколько отличен, так в 1967 г., начиная со второй декады мая и до октября месяца, температура воды резко не менялась и несколько превышала 15°С, максимальная температура воды наблюдалась только в первой декаде августа и составляла 21,0°С. Отсюда, в 1967 г. наблюдался сравнительно длинный вегетационный период, благоприятствующий

х) Данные Плявиньской ГЭС.

развитию гидробионтов водохранилища, чего нельзя сказать про 1966 год; различия в гидрологическом режиме, отразились и на питании рыб.

Рыба ловилась сетями длиной в 100 м с ячеей 24 мм x 24 мм и сетями ячейей 30 мм x 30 мм, на глубине от 1 м до 4 м. В 1966 г. сборами охвачен период с июня по октябрь включительно и собрано 49 желудков, в 1967 - с апреля по ноябрь включительно и собрано 54 желудка; сборами не охвачен август месяц. Материал собирался преимущественно в темное время суток, т.к. сети выставлялись ночью (в 4 - 5 час) и выбирались утром (около 8 - 10 час). Собранный материал обрабатывался по общепринятой в полевых условиях методике, рыба измерялась (L, 1 см), взвешивалась, определялся пол и стадия зрелости гонад, а также собирался материал для определения возраста (брались жаберные крышки).

Результаты исследований

В материалах 1966 г. преобладал окунь размерами $l_{15-20 \text{ см}}$, составляя 71,8% от всех рыб; размеры остальных окуней распределялись следующим образом: $l_{10-15 \text{ см}} = 17,4\%$, $l_{20-25 \text{ см}} = 8,7\%$, $l_{33,5 \text{ см}} (1 \text{ экз.}) = 2,1\%$, $l_{\text{среднее}} = 17,0 \text{ см}$. В материалах 1967 г. тоже преобладала размерная группа окуней $l_{15-20 \text{ см}}$, которая составляла 87,6% от всех рыб; $l_{10-15 \text{ см}} = 2,0\%$, $l_{20-25 \text{ см}} = 10,4\%$, $l_{\text{среднее}} = 17,7 \text{ см}$. Как видно из таблицы I, по возрасту это в основном трех- и четырехгодовики.

Таблица I

Возрастной состав окуня в %

В о з р а с т	1966 г.	1967 г.
2 +	14,0	2,0
3 +	62,0	74,0
4 +	21,0	22,0
5 +	3,0	2,0

Пятилетних особей в данном материале, как в 1966, так и в 1967 годах было по одному экземпляру.

По неопубликованным данным О. Качаловой, в бентосе литорали исследуемого нами района, в июне месяце 1964 г. преобладали личинки насекомых, преимущественно ручейников хирономид и поденок. На щебне доломита сравнительно много малощетинковых червей; на камнях и выходах доломита много моллюсков, в особенности *Theodoxus fluviatilis* и *Vit-hynia tentaculata*. Очень мало в исследуемом районе обнаружено ракообразных, например *Asellus aquaticus* и *Gammarus pulex* встречались единично либо на щебнях доломита, либо на крупнозернистом песке. Кроме того, во всех пробах присутствуют пиявки.

Состав пищи окуня исследуемого района показан на таблице 2.

Таблица 2

Состав пищи окуня по материалам 1966 и 1967 гг. в период с апреля по ноябрь (сборами не охвачен август месяц).

№ № п/п	Пищевые объекты	Колич-во экз.	% от общего числа
1.	<i>Oligochaeta</i>	46	7,6
2.	Лич. <i>Chironomidae</i>	133	22,2
3.	Куколки <i>Endochironomus</i>	121	20,2
4.	Лич. <i>Trichoptera</i>	31	5,1
5.	" <i>Ephemeroptera</i>	39	6,5
6.	<i>Heteroptera</i>	16	2,6
7.	<i>Cladocera</i>	97	16,2
8.	<i>Pisces</i>	81	13,3
9.	<i>Rana</i>	18	3,0
10.	<i>Varia</i>	20	3,3
В с е г о		602	100,0

Varia составляют Gastropoda, лич. Odonata и Lepidoptera, Ostracoda, Asellus, Gammarus, Corixa.

Как видно из таблицы, пищу окуня составляли личинки насекомых, среди которых на первом месте находятся лич. Chironomidae и куколки Endochironomus, затем идут личинки Ephemeroptera и Trichoptera; имеют значение также и малощетинковые черви. Существенную роль в пище окуня играет рыба, преимущественно молодь Cyprinidae, чаще всего плотвы, значительно реже встречалась молодь Percidae, а также лягушки. Из ракообразных значение имели Cladocera, в особенности Leptodora, Chydorus, Sida, реже Bosmina. Редко встречались брюхоногие моллюски и крайне редко Asellus, Gammarus и представители Ostracoda. Как видно, пища окуня в основном отражает состав бентоса.

По месяцам состав пищи окуня следующий.

Апрель. В пище окуня (l = 16,2 см - 19,5 см) преобладали личинки насекомых, составляя от общего числа пищевых организмов 70,8%, среди них на первом месте личинки ручейников (45,2%), затем идут рыбы (16,2%), преимущественно мальки из сем. карповых. На таблице 3. показан состав пищи окуня в апреле 1967 г.

Таблица 3

Состав пищи окуня в апреле 1967 г.

l = 16,2 см - 19,5 см; n=5

№ № п/п	Пищевые объекты	Число экз.	% от общего числа	встреча- емость %
1	Oligochaeta	3	9,8	20,0
2	Лич. Chironomidae	2	6,4	40,0
3	" Trichoptera	14	45,2	40,0
4	" Ephemeroptera	2	6,4	20,0
5	" Lepidoptera	2	6,4	20,0
6	" Odonata	1	3,2	20,0
7	Остатки лич.насекомого	2	6,4	20,0
8	Pisces (мальки)	5	16,2	60,0
9	Rana	1	3,2	20,0
	В с е г о	31	100,0	

Пустых желудков не было вовсе.

Май. Как видно из таблицы 4, явное преимущество в пище окуня ($l = 16,0$ см - $18,8$ см) в мае приобретают малочетинковые черви, составляющие 70,3%; роль личинок насекомых снижается до 15,7%, молодь рыбы ($L = 5 - 6$ см) составляла лишь 10,6%.

Таблица 4

Состав пищи окуня в мае 1967 г.

$l = 16,0$ см - $18,8$ см; $n=11$.

№ № п/п	Пищевые объекты	Число экз.	% от общего числа	% встре- чаемость
1	Oligochaeta	40	70,3	54,5
2	Лич. Chironomidae	1	1,7	9,9
3	Куколки Endochironomus	1	1,7	9,9
4	Лич. Trichoptera	5	8,9	18,2
5	" Odonata	2	3,4	9,9
6	Gastropoda	1	1,7	9,9
7	Gammarus	1	1,7	9,9
8	Pisces (молодь)	6	10,6	27,3
В с е г о		57	100,0	

В желудках, содержащих малочетинковых червей, встречались песчинки, иногда ил.

Июнь. Первое место в пище окуня $l = 13,2$ см - $17,5$ см в июне занимали личинки насекомых, составляющие в общей сложности 73,5%, среди них особо много личинок подёнок (44,1%); на долю мальков рыб приходилось 5,8%. На таблице 5 показан состав пищи окуня в июне месяце.

Таблица 5

Состав пищи окуня в июне 1966 г.

l = 13,2 см - 17,5 см; n=6

№ № п/п	Пищевые объекты	Колич. экз.	% от общ. числа	% встре- чае - мость
1	Лич. Chironomidae	20	29,4	50,0
2	" Ephemeroptera	30	44,2	50,0
3	Heteroptera (Aphelochirus aestivalis)	14	20,5	66,6
4	Pisces (молодь)	4	5,9	33,3
В с е г о		68	100,0	≡

Иногда в желудках встречалось немного нитчатых водорослей. Следует отметить, что вокруг кишечников сравнительно много жира.

Июль. В пище окуня встречалась молодь рыбы и личинки насекомых. По материалам 1966 г. в пище окуня (l = 13,6 см - 20,7 см) решающую роль играла молодь рыб (50,0%), кроме того, окунь использовал личинки насекомых с преобладанием личинок хирономид. По материалам 1967 г. (l = 15,9 см - 19,3 см) один экземпляр имел l = 8,3 см и один l = 20,2 см, превалировали личинки насекомых (61,8%) преимущественно личинки и куколки хирономид; молодь Cyprinidae составляла 3,8%, и была обнаружена в экземпляре l = 8,3 см. Сравнительно много было ветвистых рачков Leptodora и Bosmina, но встречаемость их небольшая, обе формы были обнаружены каждая в одном желудке. На таблице 6 показан состав пищи окуня в июле месяце.

Таблица 6

Состав пищи окуня в июле месяце по материалам
1966 и 1967 гг.

№ п/п	Пищевые объекты	1966г. l=13,6- 20,7 см; n=14			1967г. l=15,9- 19,3 см; n=14		
		число экз.	% от общего числа	% встре- чае- мость	число экз.	% от общего числа	% встре- чае- мость
1	Gastropoda	1	2,5	7,1	-	-	-
2	Лич. Chironomidae	10	25,0	21,4	86	27,7	50,0
3	Куколки Endochironomus	-	-	-	106	34,1	85,7
4	Trichoptera	3	7,5	21,4	4	1,3	14,3
5	Ephemeroptera	3	7,5	14,3	1	0,3	7,1
6	Лич.насекомого (фрагменты)	2	5,0	14,3	-	-	-
7	Coleoptera	1	2,5	7,1	-	-	-
8	Cladocera	-	-	-	100	32,2	57,1
9	Ostracoda	-	-	-	2	0,6	7,1
10	Pisces	20	50	85,7	12	3,8	35,7
В с е г о		40	100,0		311	100,0	

Как видно, в 1967 г. в пище окуня существенное значение имели личинки насекомых, а в пище окуня 1966 г. - молодь рыбы. Такое различие в составе пищи окуня можно объяснить тем, что вегетационный период в 1967 г., как указывалось выше, был весьма благоприятен - сравнительно длинный, с равномерной температурой воды, которая несколько превышала 15°C и держалась со второй декады мая вплоть до октября месяца. Это обстоятельство, очевидно, вызвало обильное развитие донной фауны, следовательно, кормовая обеспеченность окуня в водохранилище улучшилась и ему меньше приходилось прибегать к менее доступной пище - рыбе. М.Л. Грандильевская - Дексбах (1966 г.) указывает, что в озере Шарташ взрослый окунь широко использует в пище донную фауну, в особенности личинок хирономид, а также зарослевых ветвистоусых рачков. Подобное явление мы

наблюдали как у окуня Кегумского водохранилища (1963 г) так и у окуня Плявиньского водохранилища, что особо ярко проявилось в июле 1967 г.

Сентябрь. На таблице 7 показан состав пищи окуня в сентябре 1966 г. Как видно, первое место занимают рыбы, которые только по числу экземпляров составляли 42,2%, а по встречаемости - 83,3%, на втором месте личинки насекомых - 46,7%, среди которых преобладали куколки *Endochironomus* (31,1%). Размерный состав окуня (1) колебался от 15,7 см до 24,5 см, но свыше 20 см было только два экземпляра; в желудке и кишечнике окуня $l = 24,5$ см пища в основном была переварена, обнаруживались лишь остатки *Bryozoa*, а у окуня $l = 21,2$ см пища была полностью переварена.

Таблица 7

Состав пищи окуня в сентябре 1966 г.

$l = 15,7-24,5$ см; $n=12$

№ № п/п	Пищевые объекты	Колич. экз.	% от обще- го числа	% встре- чаемости
1	<i>Bryozoa</i>	5	11,1	25,0
2	Лич. <i>Chironomidae</i>	6	13,4	8,3
3	Куколки <i>Endochironomus</i>	14	31,1	25,0
4	Лич. <i>Odonata</i>	1	2,2	8,3
5	<i>Pisces</i>	19	42,2	83,3
В с е г о		45	100,0	

В сентябре 1967 г. было выловлено лишь 5 окуней, размеры (1) которых колебались от 16,5 см до 22,5 см и пища в кишечнике почти целиком была переварена, удалось обнаружить только фрагменты скелета рыб, мшанок и малощетинковых червей.

Октябрь. К осени в пище рыб появляются лягушки, большую роль по прежнему играют рыбы, но встречаются и личинки водных насекомых. На таблицах 8 и 9 показан состав пищи

окуня в октябре.

Таблица 8

Состав пищи окуня в октябре 1966 г.

1=14,5 - 20,5 см; n=15

№ № п/п	Пищевые объекты	Число экз.	% от обще- го числа	% встре- чаемости
1	Gastropoda	3	11,6	20,0
2	Лич. Lepidoptera	1	3,8	6,6
3	" Trichoptera	1	3,8	6,6
4	Heteroptera	2	7,7	13,3
5	Asellus aquaticus	2	7,7	13,3
6	Pisces	12	46,2	80,0
7	Rana	5	19,2	33,3
Всего		26	100,0	

Как видно из таблицы 8, в октябре 1966 г. на первом месте в пище окуня была рыба, которая по числу экземпляров составляла 46,2%, на втором лягушки (19,2%).

Таблица 9

Состав пищи окуня в октябре 1967 г.

1 =15,6-22,4 см; n=14

№ № п/п	Пищевые объекты	Колич. экз.	% от обще- го числа	% встре- чаемости
1	Gastropoda	1	2,3	7,1
2	Oligochaeta	1	2,3	7,1
3	Лич. Chironomidae	7	16,3	50,0
4	" Ephemeroptera	4	9,4	28,8
5	" Trichoptera	2	4,6	14,2
6	" Odonata	2	4,6	14,2
7	" Lepidoptera	1	2,3	7,1
8	" Corixa	1	2,3	7,1
9	Ostracoda	1	2,3	7,1
10	Bosmina	1	2,3	7,1
11	Pisces	8	18,7	57,1
12	Rana	12	28,0	85,7
13	Gloeotrichia	2	4,6	14,2
Всего		43	100,0	

По данным 1967 г. в пище окуня на первом месте лягушки (28,0%), на втором рыба (18,7%) и некоторое значение имели личинки насекомых. Такое преобладание в пище окуня лягушек осенью понятно, т.к. рыбе весьма доступна, как пищевой объект, уснувшая лягушка. Следует отметить, что в 1966 г. материал был собран в середине месяца, а в 1967 г. - в конце, что тоже могло повлиять на преобладание лягушек в 1967 г.

В ноябре в 1967 г. было выловлено только 4 окуня и у всех индивидумов желудка были почти пустые, лишь в одном был обнаружен один экземпляр хирономид. У окуня из Кегумского водохранилища примерно такая-же картина, т.е. пища в основном переварена, в которой по фрагментам установлены остатки личинок насекомых, планктических ракообразных и малька рыб.

Питание окуня по сезонам и годам в исследуемом районе показано на 10 таблице.

Таблица 10

Состав пищи окуня в % по сезонам

№ п/п	Пищевые объекты	1966 г.		1967 г.		
		лето (VI, VII)	осень (IX, X)	весна (IV, V)	лето (VII)	осень (IX, X, XI)
I	Bryozoa	-	7,4	-	-	-
2	Oligochaeta	-	-	50,6	-	6,1
3.	Лич. Chironomidae	27,8	9,0	3,5	27,5	16,2
4.	Куколки Endochironomus	-	20,9	-	34,0	-
5.	Лич. Ephemeroptera	30,6	-	-	-	8,1
6	" Trichoptera	2,7	-	22,3	-	4,0
7	" Odonata	-	-	3,5	-	4,0
8	" Lepidoptera	-	-	2,3	-	-
9	Heteroptera	13,0	-	-	-	-
10	Cladocera	-	-	-	31,0	-
II	Pisces	22,2	40,5	13,0	3,9	22,4
12	Rana	-	7,4	-	-	24,5
13	Varia	3,7	14,8	4,8	2,5	5,2

В 1966 г. *Varia* составляли *Gastropoda*, личинки *Odonata* и *Lepidoptera*, *Corixa*, *Asellus* и др. В пище окуня в 1966 г. не указаны *Oligochaeta*, т.к. в мае месяце материал не был собран, а именно в это время в пище окуня они играют основную роль. Нет также и *Cladocera*, массовое развитие которых, в силу холодного лета 1966 г. могло запаздать и показаться в августе, когда наш материал не собирался.

В 1967 г. *Varia* составляют *Gastropoda*, личинки *Ephemeroptera*, *Ostracoda*, *Gammarus* и др. Как видно из таблицы 10, в 1967 г. снизилась роль рыб и возросло значение малощетинковых червей, личинок водных насекомых, что, как указывалось выше, по всей вероятности зависит от более благоприятных гидрологических условий лета 1967 г.; повышение роли лягушек осенью 1967 г. в значительной мере зависит от времени сбора материала, т.к. последний собирался и в ноябре.

Сравнивая состав пищи окуня из Плявиньского водохранилища с таковым Кегумского водохранилища (Бодник В.М., 1963) видно, что в основном он сходен. Отличия заключаются в том, что в рационе окуня Плявиньского водохранилища большее значение имеет рыба, а осенью лягушки, почти никакого значения не имеет водяной ослик, который в пище окуня Кегумского водохранилища занимает одно из первых мест. Увеличение роли рыб в рационе окуня Плявиньского водохранилища, вероятно зависит от размерного состава окуней $l=15-20$ см (71,8%—87,6%) и недостаточной бентической кормовой базы; в Кегумском водохранилище преобладал окунь более мелких размеров ($l=10-15$ см составляли 66,1%) и использовал обильного в бентосе водяного ослика и другие организмы.

В июле 1967 г. на суточной станции производился сетной лов примерно через каждые 6 часов, но окунь попадался лишь в уловах 5—10 час и 12—18 час. В раннеутреннее время (5—10 час) в пище окуня ($l=15,9-19,3$ см) преобладали

личинки насекомых (68,8%), в особенности хирономид, планктические ракообразные (28,3%), молодь рыб (1,8%). Днем (12-18 час.) у окуня размерами $l = 15,9-18,7$ см - личинки насекомых составляли 56,0% и возросло значение рыб, которые составляли 6,3%. На июльской суточной станции в Кегумском водохранилище, у окуня ($l = 11-15$ см) в раннеутренние часы и позднее пищу почти исключительно составляли личинки насекомых, рыбы не было вовсе.

Как в Плявиньском, так и в Кегумском водохранилище окунь начинает интенсивно питаться уже в апреле м-це. Пищевые индексы более высоки у окуня Плявиньского водохранилища. Так, в апреле месяце, средний пищевой индекс здесь составлял 33,6%, а в Кегумском - 17,5% ; в мае в Плявиньском - 50,8% , а в Кегумском на протяжении трех лет не превышал 22,8% . В Плявиньском водохранилище в октябре средний пищевой индекс составлял 27,5% , в Кегумском на протяжении трех лет не превышал 18,7% и в среднем составлял 16,1% . В обоих водохранилищах окунь на протяжении года имеет два основных максимума питания - весной, в мае - июне и менее выраженный осенью, в сентябре - октябре.

На пищевые индексы окуня Плявиньского водохранилища мог сказаться состав пищи (рыба), поэтому они всегда превышали таковые окуня Кегумского водохранилища, где рыба имела меньше значение в пище.

На I рисунке показано изменение пищевых индексов окуня по месяцам в период наших исследований.

Как видно из рисунка, в 1966 г. окуни наиболее интенсивно питались в сентябре месяце, весенний максимум не отражен, т.к. не было материала с этого периода. В 1967 г. видны два максимума питания - в мае - наиболее мощный и в октябре - не достигающий по своей величине весеннего. Осенний максимум питания в 1967 г. приходится на октябрь м-ц, в 1966 г. - на сентябрь, что по всей вероятности связано с более длительным вегетационным периодом 1967 г.

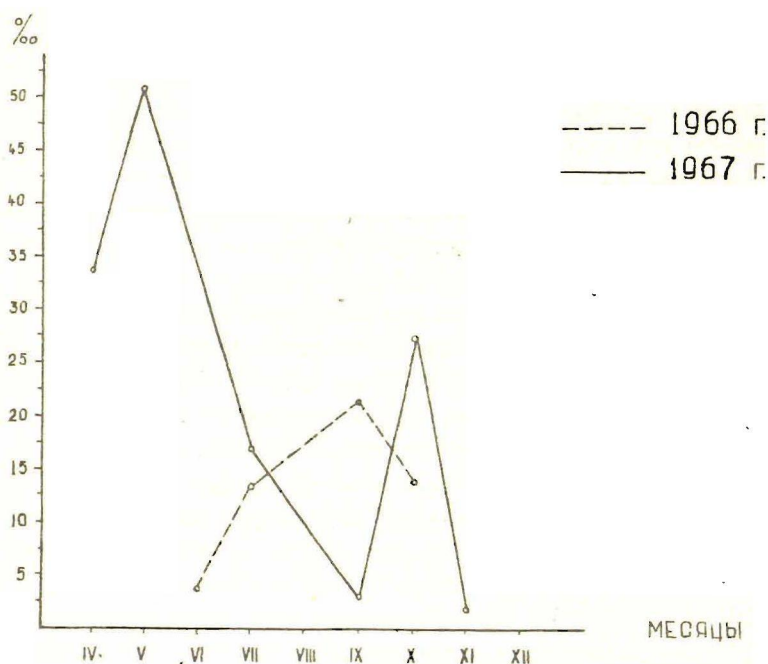


Рис. 1

ИЗМЕНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ИНДЕКСОВ ОКУНЯ ПО ГОДАМ И МЕСЯЦАМ В ПЛЯВИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Литература

БОДНИК В.М. 1963. Сезонные и суточные изменения состава пищи окуня и плотвы в Кегумском водохранилище. Гидробиология и иктиология внутренних водоемов Прибалтики. Рига.

ГРАНДИЛЕВСКАЯ-ДЕКСБАХ М.Л. 1966. Донная фауна и питание рыб озер Исетское, Шарташ, Балтым и Половинное. Труды Уральского отделения Сибирского научно-исследовательского ин-та рыбного хозяйства, том УІІ.

ЗООПЛАНКТОН КЕГУМСКОГО И ПЛЯВИНЬСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ
В ПЕРВОМ ГОДУ СУЩЕСТВОВАНИЯ ПЛЯВИНЬСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА

(Поступила 23 ноября 1968 г.)

Н.А.СЛОКА

Из проектируемого каскада водохранилищ на реке Даугаве в Латв.ССР в настоящее время действуют два водохранилища:

Кегумское - с 1940 г. и

Плявиньское - с 1967 г.

Оба водохранилища речного типа со значительным водообменом. Так Кегумское водохранилище раньше имело сто сорократный водообмен в год. После ввода в эксплуатацию Плявиньской ГЭС, водообмен в Кегумском в-е тридцатикратный, а в Плявиньском - тридцати трехкратный в год.

В 1967 году сотрудниками БалтНИИРХа и кафедры зоологии ЛГУ и Институтом биологии АН Латвийской ССР проводились комплексные исследования в обоих водохранилищах.

Зоопланктон собирался раз в месяц в каждом водохранилище по трем профилям.

В Плявиньском водохранилище, как и в Кегумском и в ряде других водохранилищ речного типа, качественный состав зоопланктона возрастает по направлению к плотине.

Это происходит, во-первых, потому, что в низовье водохранилища уменьшается скорость течения, и таким образом улучшаются жизненные условия организмов зоопланктона /главным образом ракообразных/, во-вторых - у плотины происходит механическая аккумуляция планктонных организмов.

Необходимо однако отметить, что на район, расположенный вблизи плотины, сильно влияет положение шлюзов.

В периоды работы турбин количество зоопланктона сильно снижается.

Турбины Кегумской ГЭС работают регулярно в ранние утренние часы.

Аккумуляция зоопланктона происходит во второй половине дня, но количество зоопланктона резко снижается во время работы турбин, т.е. в ранние утренние часы.

Наоборот, турбины Плявиньской ГЭС работают очень нерегулярно: Так, например, в августе 1967 г. в Плявиньском водохранилище были 4 периода накопления воды, когда не работала ни одна турбина, и пять периодов более или менее интенсивной работы турбин. Зоопланктон собран 22 августа - в период работы ГЭС.

В момент сбора материала работали четыре турбины. Поэтому количественный состав зоопланктона у плотины в это время беднее чем в середине водохранилища и близок к составу зоопланктона ниже плотины.

Количественный состав зоопланктона в Плявиньском водохранилище, по сравнению с рекой до постройки ГЭС, увеличился очень сильно.

Если до постройки ГЭС в порожистых районах реки биомасса зоопланктона составила несколько миллиграммов в кубометре, а число особей было ниже 1000 в одной кубометре, то в первом году существования водохранилища количественный состав зоопланктона увеличился в 100 раз.

В 1967 году зоопланктон Плявиньского в-а главным образом численно но и по биомассе превышал количественные показатели зоопланктона Кегумского в-а ($3,89 \text{ г/м}^3$; $1,73 \text{ г/м}^3$).

Такое явление, когда в первый год после затопления территории за счет распада органических веществ развивается обильно зоопланктон, отмечалось и во многих других водохранилищах. Поэтому только по материалам 1967 года нельзя еще делать вывод о том, что Плявиньское в-е в смысле зоопланктона и впредь будет продуктивнее Кегумского в-а.

В пелагиали Кегумского в-а в 1967 году, сравнивая с предыдущими годами, развивался богатый зоопланктон, богаче даже чем в 1959 году. Это объясняется:

- во-первых - длинным вегетационным периодом,
- во-вторых - уменьшением течения (как уже сказано - течение уменьшилось в 5 раз),
- в третьих - повышением стока биогенных элементов
- и наконец - Кегумское водохранилище в 1967 году получило более богатый материал зоопланктона из Плявиньского в-а чем раньше из реки.

При сооружении как Плявиньского, так Кегумского в-щ, была затоплена долина реки Даугавы, врезанная в доломиты девона, потому литораль обоих водохранилищ развита слабо.

Наилучшие условия для развития литорального зоопланктона имеются в середине Кегумского в-а напротив Кайбалы, где довольно большую территорию занимает мелководная зона с богатой растительностью. Здесь находятся и главные нерестилища рыб Кегумского водохранилища и потому здесь наблюдается и очень большая концентрация мальков рыб.

В общем в 1967 году кульминация зоопланктона в литорали наблюдались в июле, кроме района нерестилища (Кайбалский район).

Здесь зоопланктон с мая начинает бурно развиваться, но под сильным прессом мальков рыб, уже в конце июня его численность и биомасса резко снижаются, и мальки рыб (по материалам научной сотрудницы БалтНИИРХ'а Гаумига) здесь растут медленнее чем в других районах Кегумского водохранилища.

S E C I N Ā J U M I

1. Pļaviņu un Kēguma ūdenskrātuves ir upju tipa ūdenskrātuves ar samērā lielu ūdens apmaiņu. Līdz Pļaviņu HES uzcelšanai ūdens apmaiņa Kēguma ūdenskrātvē notika 140 reizes gadā, pēc Pļaviņu HES izveidošanas - 30 reizes gadā. Pļaviņu ūdenskrātvē ūdens apmaiņa notiek 33 reizes gadā.

2. Zooplanktona kvantitatīvais sastāvs abās ūdenskrātvēs palielinās virzienā uz aizsprostu: gan tāpēc, ka samazinās straumes ātrums, gan arī pateicoties organismu mehāniskajai akumulācijai.

3. Organismu daudzumu abu ūdenskrātvju leļgalā stipri ietekmē HES slūžu stāvoklis. Periodos, kad atvērtas 4 un vairāk turbīnas ūdenskrātvju leļgalā, straujā samazinās organismu daudzums. Slūžu darbību tāpēc būtu ieteicams piešķapot zivju mazuļu intensīvas barošanās periodiem diennaktī, īpaši jūnija, jūlija un augusta mēnešos, kad ūdenskrātvju šaurā litorālā zona ir pārslogota ar zivju mazuļiem.

4. Pirmajā Pļaviņu ūdenskrātuves pastāvēšanas gadā (1967.g. vegetācijas periodā) appludināto teritoriju organisko vielu intensīvas sadalīšanās rezultātā zooplanktons attīstījās visumā bagāts ($3,89 \text{ g/m}^3$), apmēram divas reizes pārsniedzot zooplanktona biomasu Ķegumā ($1,73 \text{ g/m}^3$). Tas nenozīmē, ka arī nākotnē Pļaviņu ūdenskrātuves zooplanktons būs bagātāks. Gluži otrādi, ņemot vērā ūdenskrātuves ļoti vāji izteikto litorālu, kā arī ievērojamā dziļumu, zooplanktona daudzums droši vien nepārsniegs Ķeguma ūdenskrātuves zooplanktona biomasu.

5. Ķeguma ūdenskrātuves zooplanktons 1967.g. bija bagātāks nekā iepriekšējos gados, jo pēc Pļaviņu HES aizsprosta uzcelšanas ievērojami samazinājās ūdens apmaiņa Ķegumā, palielinājās biogēno vielu pieplūdums, un no Pļaviņu ūdenskrātuves Ķeguma ūdenskrātuve saņēma ievērojami bagātāku planktona materiālu nekā agrāk no krāšainās Daugavas.

**ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ПИТАНИЯ МОЛОДИ НАИБОЛЕЕ
РАСПРОСТРАНЕННЫХ ВИДОВ РЫБ КЕГУМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**
(Поступила 28 ноября 1968 г.)

Вирсис Л.К., Волкова А.П., Гаумига Р.Я.

В настоящее время Даугавский каскад водохранилищ составляют Кегумское и Плявиньское водохранилища, общей площадью 7,24 тыс. га. С вводом в действие Гижской ГЭС общая площадь водохранилищ на Даугаве увеличится до 10 тыс. га. Изучение возможности рыбохозяйственного использования этих водных площадей является одной из актуальных задач ихтиологических и гидробиологических исследований на этом бассейне.

Известно, что зарегулирование стока реки отрицательно сказывается на воспроизводстве рыбных запасов, так как при этом ухудшаются условия размножения рыб, а также обитания их молоди. В этой связи целью наших исследований в 1967 году являлось изучение роста и питания молоди наиболее распространенных видов рыб Кегумского водохранилища: уклей, плотвы, леща, густеры.

Кегумское водохранилище - это сформировавшийся водоем малопродуктивный по кормности и бедный по качественному и количественному составу промышленной ихтиофауны. Промыслом в основном используется средний участок водохранилища - район Каибала. В этом районе находятся основные черестилица промысловых рыб и места их нагула. Поэтому нами исследовалась молодь этого района.

В 1967 году в Кегумском водохранилище встречалась молодь 19 видов рыб, причем преобладали малоценные рыбы /таблица I/.

Плотва и уклей в больших количествах встречалась по всему водохранилищу. В верхнем участке водохранилища, который характеризуется большой проточностью, молоди уклей было больше. В среднем участке, который имеет признаки озерного типа, наблюдалось повышение численности молоди леща и густеры.

мумом развития зоопланктона в водоеме (Слока Н., 1968). К концу лета темп роста молоди уменьшился. Сеголетки плотвы к концу первого лета жизни достигли в среднем лишь 37,5 мм. Рост леща характеризовался особенно низкими показателями (средняя длина молоди в октябре составляла лишь 36,7 мм). Сравнительно хорошо росли сеголетки уклей.

Я.И. Гинзбург (1958), анализируя рост молоди рыб Цимлянского водохранилища, сделал вывод, что темп роста молоди леща меняется в зависимости от кормовой базы и количественного распределения рыб.

В этой связи нами изучались особенности питания молоди рыб среднего участка Кегумского водохранилища. Было проанализировано около 200 кишечников молоди плотвы, леща и уклей.

Таблица 3

Среднее количество кормовых объектов в одном кишечнике плотвы и их процентные отношения

Время лова молоди	Сред. длина мальков /мм/	Ветвистоусые		Веслоногие		Личинки хирономид		Разные	Растительность
		экз.	%	экз.	%	экз.	%		
29-У	9	0,25	7,3	-	-	0,08	1,4	колов.	мало
27-У1	10-20	7,2	56,7	4,8	35,8	0,8	6,0	"-	нет
17-УП	22-30	9,2	62,2	1,9	12,8	2,9	19,6	"-	мало
28-УП	30-33	50,5	88,5	1,3	2,2	5,3	9,3	нет	"-
15-УШ	24-40	13,3	85,8	1,7	11,0	0,5	3,2	насек.	"-
16-Х	32-45	4,6	85,3	0,7	12,9	0,1	1,8	"-	много

Молодь плотвы активно питаться начала в мае месяце. В кишечниках мальков в конце мая преобладали коловратки. В июне состав пищи стал разнообразнее, в июле интенсивность питания достигла максимум, в кишечниках преобладали ветвистоусые рачки (в среднем до 50,5 экземпляров в одном кишечнике). Наиболее часто в кишечниках встречались *Daphnia cucullata*, *Sida crystallina*, *Bosmina*, *Ceriodaphnia*, *Chydorus*, Cyclopidae, бентические *Eurycecus*, *Ascoregus*,

Chironomidae. В августе интенсивность питания падала, в пробах сентября в большем количестве появлялись водоросли, макрофиты, детрит и (вместе с ним) корненожки.

В общем, в кишечниках молоди плотвы преобладала животная пища, причем преобладали те организмы, которые по данным Н.Слоки (1968), доминировали в планктоне. Как показала сезонная динамика количественного развития зоопланктона (общее количество экземпляров в м³ в конце мая составило 56500, в конце июня 132760, в конце июля 3300) - интенсивность питания в общем совпала с развитием зоопланктона в Кегумском водохранилище. Количественное снижение численности зоопланктона в июле связано с интенсивным потреблением его рыбами. Появление осенью растительной пищи нельзя объяснить только снижением численности зоопланктона. Численность зоопланктона в Каибалском заливе и осенью остается высокой и составляет 18000 экз./м³.

Таблица 4

Среднее количество кормовых объектов в одном кишечнике уклеи и их процентные отношения

Время лова молоди	Сред. длина мальков (мм)	Ветвистоусые		Веслоногие		Личинки комаров		Разные	
		экз.	%	экз.	%	экз.	%	экз.	%
27-VI	9-15	4,8	65,7	1,5	20,6	0,3	4,1	0,7	9,6
29-VI	9-15	4,2	67,3	2,0	32,0	-	-	0,04	0,7
28-VII	24-30	128,8	99,2	0,6	0,5	0,06	0,1	0,25	0,2
15-VIII	24-36	2,5	48,0	-	-	1,3	25,0	1,4	27,0
16-IX	28-36	1,1	33,8	1,5	46,0	0,16	49,0	0,5	15,3

Молодь уклеи (табл. 4) начала активно питаться в июне.

В отличие от плотвы такого же возраста пищевой спектр молоди уклеи был шире. В ее пище преобладали те же виды, у которых в это время наблюдалась кульминация в планктоне. Из объектов питания чаще всего в кишечниках уклеи встреча-

лись ветвистоусые, напр., *Daphnia cucullata*, *Polyphemus pediculus*, *Ceriodaphnia*, *Bosmina*. В августе несколько увеличивалось значение бентоса.

Интенсивность питания в разные месяцы отличалась. Самой большой она была в июле, когда на один кишечник уклей приходилось 128,8 экз. ветвистоусых рачков, самой меньшей - в сентябре. По сравнению с плотвой степень наполнения кишечника уклей на много выше.

Таблица 5

Среднее количество кормовых объектов в одном кишечнике
леща и их процентные отношения

Время лова молоди	Средняя длина мальков (мм)	Ветвистоусые		Веслоногие	
		экз.	%	экз.	%
27-УІ	9 - 16	8,0	97,6	0,2	2,4
29-УІ	8 - 11	0,8	89,0	0,1	11,0
28-УІІ	20 - 27	12,5	40,7	18,2	59,3

Активное питание леща также началось в июне месяце. Как и в предыдущих случаях интенсивность питания леща увеличилась в июле месяце. В кишечниках в это время обнаружены почти только ракообразные - *Ceriodaphnia*, *Cyclopidae*, *Ascorigerus*, *Daphnia* - со встречаемостью 100%. Но степень наполнения кишечника лещей намного ниже, чем у плотвы и особенно уклей.

При сравнении интенсивности и характера питания молоди всех трех видов рыб, можно сделать вывод, что они имеют много общего: молодь интенсивнее всего питается в июле, в пище всех видов преобладают ракообразные, причем примерно одни и те же формы, то есть пищевые спектры рыб весьма сходны. Поэтому учитывая также плохой рост молоди и ее значительные концентрации в среднем участке можно полагать, что в этом районе Кегумского водохранилища имеет место пищевая конкуренция.

ВЫВОДЫ

1. В Кегумском водохранилище преобладает молодь малозначительных рыб.

2. В 1967 году молодь промысловых рыб (плотвы, леща) среднего участка Кегумского водохранилища характеризовалась низкими показателями темпа роста.

3. В питании молоди рыб в течение лета большое значение имели ветвистоусые рачки. В июне основными кормовыми объектами были *Bostrina longirostris*, а в июле - *Daphnia cucullata*, *Bostrina longirostris*, *Ceriodaphnia* sp.

Из веслоногих наибольшее значение имели циклопы.

Значительное сходство состава пищи молоди леща, плотвы и уклей, большие концентрации молоди, уменьшение биомассы зоопланктона в летние месяцы позволяют считать, что в среднем участке Кегумского водохранилища обеспеченность пищей молоди рыб недостаточна. Поэтому показатели темпа роста молоди этого района ниже по сравнению с другими участками водохранилища.

На рост молоди промысловых видов рыб отрицательно влияет уклей, которая в литорали водохранилища многочисленна, характеризуется хорошим ростом и интенсивным потреблением пищи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург Я.И. О биологии и урожайности молоди рыб в Цимлянском водохранилище. Изв. ГосНИОРХ, том XIV, 1958.
2. Слока Н.А. Изменения в развитии зоопланктона реки Даугавы в связи со становлением Плявиньского водохранилища. Материалы XIV конференции по изучению внутренних водоемов Прибалтики, том III, часть I, 1968.

Содержание

✓ Берман Ш.А. О некоторых закономерностях накопления в организме пресноводных рыб микроэлементов из окружающей среды.....	3
✓ Берман Ш.А., Илзинь А.З. К вопросу о содержании марганца, кремния, железа, меди, цинка, бария и стронция в теле пресноводных рыб из разных водоемов Латвийской ССР	12
✓ Муцениекс П.П. Нарушение обмена меди, марганца, алюминия и кремния при желчнокаменной болезни	21
— Апсите М.Р., Берман Ш.А. Влияние микроэлементов на систему крови цыплят	36
— Грундман Г.А. Некоторые модификации микроэлектродной техники для регистрации биопотенциалов нервной ткани в лаборатории электрофизиологии биологического факультета ЛГУ	61
— Крауклис И.А. Синхронизация периодических сдвигов дыхания и моторики желудка в ситуациях тревоги ..	74
→ Ланге Э.Р. Метацеркарии трематод в пресноводных моллюсках Латвийской ССР	83
— Ланге Э.Р. Фауна метацеркарий в водных личинках насекомых	95
— Боднек В.М. Данные о питании окуня в Плявиньском водохранилище в период его становления	114
— Слока Н.А. Зоопланктон Кегумского и Плявиньского водохранилищ в первом году существования Плявиньского водохранилища	127
— Вирсис Л.К., Волкова А.П., Гаумига Р.Я. Особенности роста и питания молоди наиболее распространенных видов рыб Кегумского водохранилища	131

Редакционная коллегия: доц. Ш. Берман/редактор/,
доц. Н. Слока, и.о. доц. А. Илзиль

УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ Том № 100
"ВОПРОСЫ ФИЗИОЛОГИИ И ЗООЛОГИИ"
Редактор Ш.А.Берман
Корректор Р.Э.Карклинь

Подписано к печати 13.2.1969 г. ЯТ 18612. Зак. № 136.
Ф/б. 60x84/16. Газетная. Физ.п.л. 8,8. Уч.и.л.6,5
Тираж 350 экз. ЦЕНА 65 коп.

Отпечатано на ротапринтере, г. Рига-Ц, бульвар
Райниса, 19. Латвийский государственный
университета им. Петра Стучки.

32031

0.50

*h
R.M. Sp.*

44 / 1366

LATVIJAS UNIVERSITĀTES BIBLIOTĒKA



0508044258